# Die Kunststeine.


A. Hartleben's
Chemisch-technische
BIBLIOTHEK
Die
Kunststeine.
STÄRKE
WASCHBLAU
LACK
A. Hartleben's Verlag, Wien, Pest, Leipzig.

XIII. Band. **Die Fabrikation der ätherischen Oele.** Anleitung zur Darstellung der ätherischen Oele nach den Methoden der Pressung, Destillation, Extraction, Deplacirung, Maceration und Absorption, nebst einer ausführlichen Beschreibung aller bekannten ätherischen Oele in Bezug auf ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften und technische Verwendung, sowie der besten Verfahrungsarten zur Prüfung der ätherischen Oele auf ihre Reinheit. Von Dr. chem. George William Askinson. Dritte, sehr vermehrte und verbesserte Aufl. Mit 37 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

XIV. Band. **Die Photographie oder die Anfertigung von bildlichen Darstellungen auf künstlichem Wege.** Als Lehr- u. Handb. v. prakt. Seite bearb. u. herausgegeben v. Jul. Krüger. Zweite Auflage. Gänzlich neu bearbeitet von Ph. C. Jaroslaw Husnik. Mit 59 Abbild. 33 Bog. 8. Eleg. geh. 8 K = 7 M. 20 Pf.

XV. Band. **Die Leim- und Gelatine-Fabrikation.** Eine auf prakt. Erfahr. begründ. gemeinverständl. Darstell. dieses Industriezw. in s. ganz. Umfange. Von F. Dawidowsky. Dritte Aufl. Mit 27 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

XVI. Band. **Die Stärke-Fabrikation und die Fabrikation des Traubenzuckers.** Eine populäre Darstellung der Fabrikation aller im Handel vorkommenden Stärkesorten, als der Kartoffel-, Weizen-, Mais-, Reis-, Arrow-root-Stärke, der Tapioca u. s. w.; der Wasch- und Toilettestärke und des künstlichen Sago, sowie der Verwerthung aller bei der Stärke-Fabrikation sich ergebenden Abfälle, namentlich des Klebers und der Fabrikation des Dextrins, Stärkegummis, Traubenzuckers, Kartoffelmehles und der Zucker-Couleur. Ein Handbuch für Stärke- und Traubenzucker-Fabrikanten, sowie für Oekonomie-Besitzer und Branntweinbrenner. Von Felix Rehwald, Stärke- und Traubenzucker-Fabrikant. Dritte, sehr vermehrte u. verbesserte Aufl. Mit 40 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

XVII. Band. **Die Tinten-Fabrikation** u. die Herstellung der Hektographen und Hektographirtinten; die Fabrikation der Tusche, der Tintenstifte, der Stempeldruckfarben sowie d. Waschblaues. Ausführl. Darstellung der Anfertigung aller Schreib-, Comptoir-, Copir- u. Hektographirtinten, aller farbigen und sympathetischen Tinten, d. chinesischen Tusche, lithographischen Stifte u. Tinten, unauslöschl. Tinten z. Zeichnen d. Wäsche, d. Hektographirmassen der Farben für Schreibmaschinen, sowie z. Ausführung von Schriften aus jedem beliebigen Materiale, d. Bereit. d. besten Waschblaues u. d. Stempeldruckfarben nebst e. Anleit. z. Lesbarmachen alter Schriften. Nach eig. Erfahr. dargest. von Sigmund Lehner. Fünfte, sehr vermehrte und verbesserte Aufl. Mit 3 Abb. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

XVIII. Band. **Die Fabrikation der Schmiermittel, der Schuhwichse und Lederschmiere.** Darstellung aller bekannten Schmiermittel, als: Wagenschmiere, Maschinenschmiere, der Schmieröle f. Näh- u. andere Arbeitsmaschinen u. der Mineralschmieröle, Uhrmacheröle; ferner der Schuhwichse, Lederlacke, des Dégras u. Lederschmiere f. alle Gattungen von Leder. Von Rich. Brunner, techn. Chem. Fünfte Aufl. Mit 10 erläuternden Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 40 h = 2 M. 25 Pf.

XIX. Band. **Die Lohgerberei oder die Fabrikation des lohgaren Leders.** Ein Handbuch für Leder-Fabrikanten. Enthaltend die ausführliche Darstellung der Fabrikation des lohgaren Leders nach dem gewöhnlichen und Schnellgerbe-Verfahren und der Metallsalz-Gerberei; nebst der Anleitung zur Herstellung aller Gattungen Maschinenriemen-Leder, des Juchten-, Saffian-, Corduan-, Chagrin- und Lackleders, sowie zur Verwerthung der Abfälle, welche sich in Lederfabriken ergeben. Von Ferdinand Wiener, Leder-Fabrikant. Zweite, sehr vermehrte und verbesserte Aufl. Mit 48 Abbild. 37 Bog. 8. Eleg. geh. 8 K = 7 M. 20 Pf.

XX. Band. **Die Weißgerberei, Sämischgerberei und Pergament-Fabrikation.** Ein Handbuch für Leder-Fabrikanten. Enthaltend die ausführliche Darstellung der Fabrikation des weißgaren Leders nach allen Verfahrungsweisen, des Glacéleders, Seifenleders u. s. w.; der Sämischgerberei, der Fabrikation des Pergaments und der Lederfärberei, mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Lederindustrie. Von Ferdinand Wiener, Leder-Fabrikant. Mit 20 Abbild. 27 Bog. 8 Eleg. geh. 5 K 50 h = 5 Mark.

XXI. Band. **Victor Joclét's Chemische Bearbeitung der Schafwolle** oder das Färben, Waschen und Bleichen der Wolle. Der zweiten, vollständig umgearbeiteten und stark vermehrten Auflage neu herausgegeben von W. Zänker, Chemiker-Colorist. Mit 34 Abb. 26 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K 50 h = 5 Mark.

XXII. Band. **Das Gesammtgebiet des Lichtdrucks,** die Emailphotographie, und anderweitige Vorschriften zur Umkehrung der negativen und positiven Glasbilder. Bearbeitet von J. Husnik k. k. Professor in Prag. Vierte vermehrte Auflage. Mit 41 Abbild. u. 7 Tafeln. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

XXIII. Band. **Die Fabrikation der Conserven und Canditen.** Vollständige Darstellung aller Verfahren der Conservirung für Fleisch, Früchte, Gemüse, der Trockenfrüchte, der getrockneten Gemüse, Marmeladen, Fruchtsäfte u. s. w. und der Fabrikation aller Arten von Canditen, als: candirter Früchte, der verschiedenen Bonbons, der Rocks-Drops, der Dragées, Pralinées 2c. Von A. Hausner. Dritte, verbesserte und vermehrte Aufl. Mit 23 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

XXIV. Band. **Die Fabrikation des Surrogatkaffees und des Tafelsenfes.** Enthaltend: Die ausführliche Beschreibung der Zubereitung des Kaffees und seiner Bestandtheile; der Darstellung der Kaffee-Surrogate aus allen hierzu verwendeten Materialien und die Fabrikation aller Gattungen Tafelsenfs. Von K. Lehmann. 2. Aufl. Mit 21 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 20 h = 2 Mark.

XXV. Band. **Die Kitte und Klebemittel.** Ausführliche Anleitung zur Darstellung aller Arten von Kitten und Klebemitteln für Glas, Porzellan, Metalle, Leder, Eisen, Stein, Holz, Wasserleitungs- und Dampfröhren, sowie der Oel- Harz-, Kautschuk-, Guttapercha-, Caseïn-, Leim-, Wasserglas-, Glycerin-, Kalk-, Gips-, Eisen- und Zinkkitte, des Marineleims, der Zahnkitte, Zeiodeliths und der zu speciellen Zwecken dienenden Kitte und Klebemittel. Von Sigmund Lehner. Fünfte, sehr verm. u. verb. Aufl. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K = 1 M. 80 Pf.

XXVI. Band. **Die Fabrikation der Knochenkohle und des Thieröles.** Eine Anleitung zur rationellen Darstellung der Knochenkohle oder des Spodiums und der plastischen Kohle, der Verwerthung aller sich hierbei ergebenden Nebenproducte und zur Wiederbelebung der gebrauchten Knochenkohle. Von Wilhelm Friedberg, technischer Chemiker. Mit 13 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

XXVII. Band. **Die Verwerthung der Weinrückstände.** Praktische Anleitung zur rationellen Verwerthung von Weintrester, Weinhefe (Weinlager, Geläger und Weinstein). Mit einem Anhang: Die Erzeugung von Cognac und Weinsprit aus Wein. Handbuch für Weinproducenten, Weinhändler, Brennerei-Techniker, Fabrikanten chemischer Producte u. Chemiker. Von Antonio dal Piaz, Oenotechniker. Dritte, vollständig umgearbeitete Aufl. Mit 30 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.

XXVIII. Band. **Die Alkalien.** Darstellung der Fabrikation der gebräuchlichsten Kali- und Natron-Verbindungen, der Soda, Potasche, des Salzes, Salpeters, Glaubersalzes, Wasserglases, Chromkalis, Blutlaugensalzes, Weinsteins, Laugensteins u. s. f., deren Anwendung und Prüfung. Von Dr. S. Pick, Fabriksdirector. Zweite verb. Aufl. Mit 57 Abb. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

XXIX. Band. **Die Bronzewaaren-Fabrikation.** Anleitung zur Fabrikation von Bronzewaaren aller Art, Darstellung ihres Gusses und Behandelns nach demselben, ihrer Färbung und Vergoldung, des Bronzirens überhaupt, nach den älteren sowie bis zu den neuesten Verfahrungsweisen. Von Ludw. Müller, Metallwaaren-Fabrikant. 2. Aufl. Mit 31 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 M.

XXX. Band. **Vollständiges Handbuch der Bleichkunst** oder theoretische und praktische Anleitung zum Bleichen von Baumwolle, Flachs, Hanf, Wolle, Seide, Jute, Chinagras und Tussarseide, sowie der daraus gesponnenen Garne und gewebten oder gewirkten Stoffe und Zeuge. Nebst einem Anhange über zweckmäßiges Bleichen von Schmuckfedern, Schweinsborsten, Thierfellen, Knochen, Elfenbein, Wachs und Talg, Hadern (Lumpen), Papier, Stroh, Badeschwämmen, Schellack und Guttapercha. Nach den neuesten Erfahrungen durchgängig prakt. bearb. von V. Joclét, techn. Chem. Zweite, vollst. umgearb. Aufl. Mit 56 Abbild. und 1 Tafel. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K 50 h = 5 Mark.

XXXI. Band. **Die Fabrikation von Kunstbutter, Sparbutter und Butterine.** Eine Darstellung der Bereitung der Ersatzmittel der echten Butter nach den besten Methoden. Allgemein verständlich geschildert von Victor Lang. Dritte Aufl. Mit 21 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K = 1 M. 80 Pf.

XXXII. Band. **Die Natur der Ziegelthone und die Ziegel-Fabrikation der Gegenwart.** Handbuch für Ziegeltechniker, technische Chemiker, Bau- und Maschinen-Ingenieure, Industrielle und Landwirthe. Von Dr. Hermann Zwick. Mit 106 Abbild. Zweite sehr vermehrte Aufl. 36 Bog. 8. Eleg. geh. 9 K 20 h = 8 M. 30 Pf.

XXXIII. Band. **Die Fabrikation der Mineral- und Lackfarben.** Enthaltend: Die Anleitung zur Darstellung aller künstl. Maler- u. Anstreicherfarben, der Email-, Ruß- u. Metallfarben. Ein Handbuch für Fabrikanten, Farbwaarenhändler, Maler und Anstreicher. Dem neuesten Stande der Wissenschaft entsprechend dargestellt von Dr. Josef Bersch. Mit 43 Abbild. Zweite Auflage. 42 Bog. 8. Eleg. geh. 8 K 40 h = 7 M. 60 Pf.

XXXIV. Band. **Die künstlichen Düngemittel.** Darstellung der Fabrikation des Knochen-, Horn-, Blut-, Fleisch-Mehls, der Kalidünger, des schwefelsauren Ammoniaks, der verschiedenen Arten Superphosphate, der Thomasschlacke, der Poudrette u. s. f., sowie Beschreibung des natürlichen Vorkommens der concentrirten Düngemittel. Ein Handbuch für Fabrikanten künstlicher Düngemittel, Landwirthe, Zuckerfabrikanten, Gewerbetreibende und Kaufleute. Von Dr. S. Pick, Fabriksdirector. Dritte, verbesserte u. verm. Auflage. Mit 34 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

XXXV. Band. **Die Zinkogravure** oder das Aetzen in Zink zur Herstellung von Druckplatten aller Art, nebst Anleitung zum Aetzen in Kupfer, Messing, Stahl und andere Metalle. Auf Grund eigener praktischer, vieljähriger Erfahrungen bearbeitet und herausgegeben von Julius Krüger. Mit 11 Abbild. und 7 Tafeln. Dritte Auflage. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

XXXVI. Band. **Medicinische Specialitäten.** Eine Sammlung aller bis jetzt bekannten und untersuchten medicinischen Geheimmittel mit Angabe ihrer Zusammensetzung nach den bewährtesten Chemikern. Von C. F. Capaun-Karlowa, Apotheker. Dritte Auflage. Vollständig neu bearbeitet von Dr. pharm. Max v. Waldheim. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

XXXVII. Band. **Die Colorie der Baumwolle auf Garne und Gewebe mit besonderer Berücksichtigung der Türkischroth-Färberei.** Ein Lehr- und Handbuch für Interessenten dieser Branchen. Nach eigenen praktischen Erfahrungen zusammengestellt von Carl Romen, Director der Möllersdorfer Färberei 2c. Mit 6 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

XXXVIII. Band. **Die Galvanoplastik.** Ausführliches Lehrbuch der Galvanoplastik und Galvanostegie nach den neuest. theoret. Grundsätzen u. prakt. Erfahrungen bearbeitet. Von Julius Weiß. Vierte, völlig umgearb., verm. u. verb. Aufl. von J. F. Bachmann, Ingenieur. Mit 61 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

XXXIX. Band. **Die Weinbereitung und Kellerwirthschaft.** Populäres Handbuch für Weinproducenten, Weinhändler und Kellermeister. Von Antonio dal Piaz. Vierte, neubearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 72 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

XL. Band. **Die technische Verwerthung des Steinkohlentheers.** Nebst einem Anhange: Ueber die Darstellung des natürlichen Asphalttheers und Asphaltmastix aus den Asphaltsteinen und bituminösen Schiefern, sowie Verwerthung der Nebenproducte. Von Dr. Georg Thenius. Zweite verb. Aufl. Mit 31 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.

XLI. Band. **Die Fabrikation der Erdfarben.** Enthaltend: Die Beschreibung aller natürlich vorkommenden Erdfarben, deren Gewinnung und Zubereitung. Handbuch für Farben-Fabrikanten, Maler, Zimmermaler, Anstreicher und Farbwaaren-Händler. Von Dr. Jos. Bersch. Zweite Auflage. Mit 19 Abb. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

LVIII. Band. **Hydraulischer Kalk u. Portland-Cement** nach Rohmaterialien, physikalischen u. chemischen Eigenschaften, Untersuchung, Fabrikation u. Werthstellung unter besonderer Rücksicht auf den gegenwärtigen Stand der Cement-Industrie. Bearbeitet v. Dr. H. Zwick. Zweite Aufl. Mit 50 Abb. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

LIX. Band. **Die Glasätzerei für Tafel- und Hohlglas, Hell- und Mattätzerei in ihrem ganzen Umfange.** Alle bisher bekannten und viele neue Verfahren enthaltend; mit besonderer Berücksichtigung der Monumental-Glasätzerei. Leichtfaßlich dargest. m. genauer Angabe aller erforderlichen Hilfsmittel v. J. B. Miller, Glastechn. Dritte Aufl. Mit 14 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K = 1 M. 80 Pf.

LX. Band. **Die explosiven Stoffe**, ihre Geschichte, Fabrikat., Eigensch., Prüfung u. prakt. Anwendung in der Sprengtechn. Ein Handb. f. Fabrikanten u. Verschleißer explosiv. Stoffe, Chem. u. Techniker, Berg-, Eisenb.- u. Bau-Ingenieure, Steinbruch- u. Bergwerksbesitzer, Forst- u. Landwirthe, sowie für die Ingen.-Officiere des Landheeres u. der Marine u. zum Selbststudium. Nach den neuesten Erfahrungen bearbeitet von Dr. Fr. Böckmann. techn. Chemiker. Mit 67 Abbild. Zweite, gänzlich umgearbeitete Auflage. 29 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K 50 h = 5 Mark.

LXI. Band. **Handbuch der rationellen Verwerthung, Wiedergewinnung und Verarbeitung von Abfallstoffen jeder Art.** Von Dr. Theodor Koller Zweite, vollständig umgearbeitete und verbesserte Auflage. Mit 22 Abbild. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

LXII. Band. **Kautschuk und Guttapercha.** Eine Darstellung der Eigenschaften und der Verarbeitung des Kautschuks und der Guttapercha auf fabriksmäßigem Wege, der Fabrikation des vulcanisirten und gehärteten Kautschuks, der Kautschuk- und Guttapercha-Compositionen, der wasserdichten Stoffe, elastischen Gewebe u. s. w. Für die Praxis bearbeitet von Raimund Hoffer. Zweite, vermehrte und verbesserte Aufl. Mit 15 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

LXIII. Band. **Die Kunst- und Feinwäscherei in ihrem ganzen Umfange.** Enthaltend: Die chemische Wäsche, Fleckenreinigungskunst, Kunstwäscherei, Hauswäscherei, die Strohhut-Bleicherei und -Färberei, Handschuh-Wäscherei und -Färberei &c. Von Victor Joclét. Dritte Auflage. Mit 28 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K = 1 M. 80 Pf.

LXIV. Band. **Grundzüge der Chemie in ihrer Anwendung auf das praktische Leben.** Für Gewerbetreibende und Industrielle im Allgemeinen, sowie für jeden Gebildeten. Bearbeitet von Prof. Dr. Willibald Artus. Mit 24 Abbild. 34 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

LXV. Band. **Die Fabrikation der Emaille und das Emailliren.** Anleitung zur Darstellung aller Arten Emaille für technische und künstlerische Zwecke und zur Vornahme des Emaillirens auf praktischem Wege. Für Emaillefabrikanten, Gold- und Metallarbeiter und Kunstindustrielle. Von Paul Randau, technischer Chemiker. Dritte Aufl. Mit 16 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

LXVI. Band. **Die Glas-Fabrikation.** Eine übersichtliche Darstellung der gesammten Glasindustrie mit vollständiger Anleitung zur Herstellung aller Sorten von Glas und Glaswaaren. Zum Gebrauche für Glasfabrikanten und Gewerbetreibende aller verwandten Branchen auf Grund praktischer Erfahrungen und der neuesten Fortschritte bearbeitet von Raimund Gerner. Glasfabrikant. Mit 65 Abb. Zweite, vollst. umg. u. verm. Aufl. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

LXVII. Band. **Das Holz und seine Destillations-Producte.** Ueber die Abstammung und das Vorkommen der verschiedenen Hölzer. Ueber Holz, Holzschleifstoff, Holzcellulose, Holzimprägnirung u. Holzconservirung, Meiler- und Retorten-Verkohlung, Holzessig u. seine techn. Verarbeitung, Holztheer u. seine Destillationsproducte, Holztheerpech u. Holzkohlen nebst einem Anhange: Ueber Gaserzeugung aus Holz. Ein Handbuch f. Waldbesitzer, Forstbeamte, Lehrer, Chem., Techn. u. Ingenieure, nach den neuesten Erfahrungen praktisch u. wissensch. bearbeitet v. Dr. Georg Thenius, techn. Chemiker in Wiener-Neustadt. 2. verb. u. verm. Aufl. Mit 42 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

LXVIII. Band. **Die Marmorirkunst.** Ein Lehr-, Hand- u. Musterbuch f. Buchbindereien, Buntpapierfabriken u. verwandte Geschäfte. Von J. Ph. Boeck. Mit 44 Abbildungen. Zweite vollständig umgearbeitete und vermehrte Auflage. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K = 1 M. 80 Pf.

LXIX. Band. **Die Fabrikation des Wachstuches**, des amerikanischen Ledertuches, des Wachs-Taffets, der Maler- und Zeichen-Leinwand, sowie die Fabrikation des Theertuches, der Dachpappe und die Darstellung der unverbrennlichen und gegerbten Gewebe. Den Bedürfnissen der Praktiker entsprechend. Von R. Eßlinger. Mit 11 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.

LXX. Band. **Das Celluloid**, seine Rohmaterialien, Fabrikation, Eigenschaften und technische Verwendung. Für Celluloid- und Celluloidwaaren-Fabrikanten, für alle Celluloid verarbeitenden Gewerbe, Zahnärzte u. Zahntechniker. Von Dr. Fr. Böckmann, 2. gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 45 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K = 1 M. 80 Pf.

LXXI. Band. **Das Ultramarin und seine Bereitung** nach dem jetzigen Stande dieser Industrie. Von C. Fürstenau. Mit 25 Abbild. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K = 1 M. 80 Pf.

LXXII. Band. **Petroleum und Erdwachs.** Darstellung der Gewinnung von Erdöl und Erdwachs (Cerefin), deren Verarbeitung auf Leuchtöle und Paraffin, sowie aller anderen aus denselben zu gewinnenden Producte, mit einem Anhang, betreffend die Fabrikation von Photogen, Solaröl und Paraffin aus Braunkohlentheer. Mit besonderer Rücksichtnahme auf die aus Petroleum dargestellten Leuchtöle, deren Aufbewahrung und technische Prüfung. Von Arthur Burgmann, Chemiker. Mit 23 Abbild. Zweite verbesserte und erweiterte Auflage. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

LXXIII. Band. **Das Löthen und die Bearbeitung der Metalle.** Eine Darstellung aller Arten von Loth, Löthmitteln und Löthapparaten, sowie der Behandlung der Metalle während der Bearbeitung. Handbuch für Praktiker. Nach eigenen Erfahrungen bearb. von Edmund Schlosser. Zweite, sehr verm. u. erweiterte Aufl. Mit 25 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

LXXIV. Band. **Die Gasbeleuchtung im Haus und die Selbsthilfe des Gas-Consumenten.** Prakt. Anleitung z. Herstell. zweckmäßiger Gasbeleuchtungen, m. Angabe der Mittel, eine möglichstgroße Gasersparniß zu erzielen. Von A. Müller. Mit 84 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 20 h = 2 Mark.

---

LXXV. Band. **Die Untersuchung der im Handel und Gewerbe gebräuchlichsten Stoffe** (einschließlich der Nahrungsmittel). Gemeinverständlich dargestellt von Dr. S. Pick. Ein Handbuch für Handel- und Gewerbetreibende jeder Art, für Apotheker, Photographen, Landwirthe, Medicinal- und Zollbeamte. Mit 16 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

LXXVI. Band. **Das Verzinnen, Verzinken, Vernickeln, Verstählen** und das Ueberziehen von Metallen mit anderen Metallen überhaupt. Eine Darstellung praktischer Methoden zur Anfertigung aller Metallüberzüge aus Zinn, Zink, Blei, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Nickel, Kobalt und Stahl, sowie der Patina, der oxydirten Metalle und der Bronzirungen. Handbuch für Metallarbeiter und Kunstindustrielle. Von Friedrich Hartmann. Vierte verbesserte Aufl. Mit 3 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

LXXVII. Band. **Kurzgefaßte Chemie der Rübensaft-Reinigung.** Zum Gebrauche f. prakt. Zucker-Fabrikanten. Von W. Sykora und F. Schiller. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

LXXVIII. Band. **Die Mineral-Malerei.** Neues Verfahren zur Herstellung witterungsbeständ. Wandgemälde. Techn.-wissensch. Anleitung von A. Keim. 6 Bog. 8. Eleg. geh 2 K = 1 M. 80 Pf.

LXXIX. Band. **Die Chocolade-Fabrikation.** Eine Darstellung der verschiedenen Verfahren zur Anfertigung aller Sorten Chocoladen, der hierbei in Anwendung kommenden Materialien u. Maschinen. Nach d. neuesten Stande der Techn. geschildert v. Ernst Saldau. Mit 34 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

LXXX. Band. **Die Briquette-Industrie und die Brennmaterialien.** Mit einem Anhange: Die Anlage der Dampfkessel und Gasgeneratoren mit besonderer Berücksichtigung der rauchfreien Verbrennung. Von Dr. Friedrich Jünemann, technischer Chemiker. Mit 48 Abbild. 26 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K 50 h = 5 Mark.

LXXXI. Band. **Die Darstellung des Eisens** u. der Eisenfabrikate. Handb. f. Hüttenleute u. sonstige Eisenarbeiter, für Techniker, Händler mit Eisen und Metallwaaren, für Gewerbe- und Fachschulen &c. Von Eduard Japing. Mit 73 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

LXXXII. Band. **Die Lederfärberei und die Fabrikation des Lackleders.** Ein Handbuch für Lederfärber und Lackirer. Anleitung zur Herstellung aller Arten von färbigem Glacéleder nach dem Anstreich- und Tauchverfahren, sowie mit Hilfe der Theerfarben, zum Färben von schwedischem, sämischgarem und lohgarem Leder, zur Saffian-, Corduan-, Chagrinfärberei &c. und zur Fabrikation von schwarzem und färbigem Lackleder. Von Ferdinand Wiener, Leder-Fabrikant. Mit 16 Abbild. Zweite, sehr vermehrte und verbesserte Auflage. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

LXXXIII. Band. **Die Fette und Oele.** Darstellung der Gewinnung und der Eigenschaften aller Fette, Oele und Wachsarten, der Fett- und Oelraffinerie und der Kerzen-Fabrikation. Nach dem neuesten Stande der Technik leichtfaßlich geschildert von Friedrich Thalmann. Zweite, sehr vermehrte und verbesserte Aufl. Mit 41 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

LXXXIV. Band. **Die Fabrikation der moussirenden Getränke.** Praktische Anleitung zur Fabrikation aller moussirenden Wässer, Limonaden, Weine &c. und gründliche Beschreibung der hierzu nöthigen Apparate. Von Dr. E. Luhmann. Dritte Aufl. des in erster Aufl. von Oskar Meitz verfaßten Werkes. Mit 31 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 20 h = 2 Mark.

LXXXV. Band. **Gold, Silber und Edelsteine.** Handbuch für Gold-, Silber-, Bronzearbeiter und Juweliere. Vollständige Anleitung zur technischen Bearbeitung der Edelmetalle, enthaltend das Legiren, Gießen, Bearbeiten, Emailliren, Färben und Oxydiren, das Vergolden, Incrustiren und Schmücken der Gold- und Silberwaaren mit Edelsteinen und die Fabrikation des Imitationsschmuckes. Von Alex. Wagner. 2. Aufl. Mit 14 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. Preis 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

LXXXVI. Band. **Die Fabrikation der Aether und Grundessenzen.** Die Aether, Fruchtäther, Fruchtessenzen, Fruchtextracte, Fruchtsyrupe, Tincturen z. Färben u. Klärungsmittel. Nach den neuesten Erfahrungen bearb. v. Dr. Th. Horatius. 2., vollst. neu bearb. und erw. Auflage. Von August Gaber. Mit 14 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

LXXXVII. Band. **Die technischen Vollendungs-Arbeiten der Holz-Industrie, das Schleifen,** Beizen, Poliren, Lackiren, Anstreichen und Vergolden des Holzes, nebst der Darstellung der hierzu verwendbaren Materialien in ihren Hauptgrundzügen. Von L. E. Andés. Dritte, vollständig umgearbeitete und verbesserte Auflage. Mit 40 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.

LXXXVIII. Band. **Die Fabrikation von Albumin und Eierconserven.** Eine Darstellung der Eigenschaften der Eiweißkörper und der Fabrikation von Eier- und Blutalbumin, des Patent- und Naturalbumins, der Eier- und Dotter-Conserven und der zur Conservirung frischer Eier dienenden Verfahren. Von Karl Ruprecht. Mit 13 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 40 h = 2 M. 25 Pf.

LXXXIX. Band. **Die Feuchtigkeit der Wohngebäude,** der Mauerfraß und Holzschwamm, nach Ursache, Wesen und Wirkung betrachtet und die Mittel zur Verhütung, sowie zur sicheren und nachhaltigen Beseitigung dieser Uebel unter besonderer Hervorhebung neuer und praktisch bewährter Verfahren zur Trockenlegung feuchter Wände und Wohnungen. Für Baumeister, Bautechniker, Gutsverwalter, Tüncher, Maler und Hausbesitzer. Von A. W. Keim, technischer Chemiker. Zweite vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 23 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.

XC. Band. **Die Verzierung der Gläser durch den Sandstrahl.** Vollständige Unterweisung zur Mattverzierung von Tafel- und Hohlglas mit besonderer Berücksichtigung der Beleuchtungsartikel. Viele neue Verfahren: Das Lasiren der Gläser. Die Mattdecoration von Porzellan und Steingut. Das Mattiren und Verzieren der Metalle. Nebst einem Anhange: Die Sandblas-Maschinen. Von J. B. Miller, Glastechn. Mit 11 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.

XCI. Band. **Die Fabrikation des Alauns,** der schwefelsauren und essigsauren Thonerde, des Bleiweißes und Bleizuckers. Von Friedrich Jünemann, technischer Chemiker. Mit 9 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.

XCII. Band. **Die Tapete,** ihre ästhetische Bedeutung und technische Darstellung, sowie kurze Beschreibung der Buntpapier-Fabrikation. Zum Gebrauche für Musterzeichner, Tapeten- und Buntpapier-Fabrikanten. Von Th. Seemann. Mit 42 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

XCIII. Band. **Die Glas-, Porzellan- und Email-Malerei in ihrem ganzen Umfange.** Ausführliche Anleitung zur Anfertigung sämmtlicher bis jetzt zur Glas-, Porzellan-, Email-, Fayence- und Steingut-Malerei gebräuchlichen Farben und Flüsse, nebst vollständiger Darstellung des Brennens dieser verschiedenen Stoffe. Unter Zugrundelegung der neuesten Erfindungen und auf Grund eigener in Sèvres und anderen großen Malereien und Fabriken erworbenen Kenntnisse bearb. und herausg. von Felix Hermann. Zweite, sehr vermehrte Auflage. Mit 18 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

XCIV. Band. **Die Conservirungsmittel.** Ihre Anwendung in den Gährungsgewerben und zur Aufbewahrung von Nahrungsstoffen. Eine Darstellung der Eigenschaften der Conservirungsmittel und deren Anwendung in der Bierbrauerei, Weinbereitung, Essig- und Preßhefe-Fabrikation 2c. Von Dr. Josef Bersch. Mit 8 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.

XCV. Band. **Die elektrische Beleuchtung** und ihre Anwendung in der Praxis. Verfaßt von Dr. Alfred v. Urbanitzky. Zweite Aufl. Mit 169 Abbild. 20 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

XCVI. Band. **Preßhefe, Kunsthefe und Backpulver.** Ausführliche Anleitung zur Darstellung von Preßhefe nach allen benannten Methoden, zur Bereitung der Kunsthefe und der verschiedenen Arten von Backpulver. Praktisch geschildert von Adolf Wilfert. Zweite Aufl. Mit 18 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 20 h = 2 Mark.

XCVII. Band. **Der praktische Eisen- und Eisenwaarenkenner.** Kaufm.-techn. Eisenwaarenkunde. Ein Handb. f. Händler mit Eisen- u. Stahlwaaren, Fabrikanten, Ex- u. Importeure, Agenten f. Eisenbahn- u. Baubehörden, Handels- u. Gewerbeschulen 2c. Von E. Japing, dipl. Ingen. u. Redact., früher Eisenwerks-Director. Mit 98 Abbild. 37 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

XCVIII. Band. **Die Keramik** oder Die Fabrikation von Töpfer-Geschirr, Steingut, Fayence, Steinzeug, Terralith, sowie von französischem, englischem und Hartporzellan. Anleitung für Praktiker zur Darstellung aller Arten keramischer Waaren nach deutschem, französischem u. englischem Verfahren. Von Ludwig Wipplinger. Mit 66 Abbild. Zweite, sehr vermehrte und verbesserte Aufl. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

IC. Band. **Das Glycerin.** Seine Darst., seine Verb. u. Anw. in d. Gewerben, in d. Seifen-Fabrik., Parfumerie u. Sprengtechnik. Für Chem., Parfumeure, Seifen-Fabrik., Apoth., Sprengtechn. u. Industrielle gesch. von S. W. Koppe. Mit 3 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.

C. Band. **Handbuch der Chemigraphie,** Hochätzung in Zink, Kupfer und anderen Metallen für Buchdruck mittelst Umdruck von Autographien und Photogrammen, directer Copirung od. Radirung d. Bildes a. d. Platte (Chromogummi- u. Chromalbuminverfahren, Asphalt- u. amerik. Emailproceß, Autotypie, Photochemigr. Chalcochemigr. u. Photochromotypie). Von W. F. Toifel. Zweite Aufl. Mit 14 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

CI. Band. **Die Imitationen.** Eine Anleitung zur Nachahmung von Natur- und Kunstproducten, als: Elfenbein, Schildpatt, Perlen und Perlmutter, Korallen, Bernstein, Horn, Hirschhorn, Fischbein, Alabaster 2c., sowie zur Anfertigung von Kunst-Steinmassen, Nachbildungen von Holzschnitzereien, Bildh.-Arbeiten, Mosaiken Intarsien, Leder, Seide u. s. w. Für Gewerbetr. u. Künstler. Von Sigmund Lehner. Zweite, sehr erweiterte Aufl. Mit 10 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

CII. Band. **Die Fabrikation der Copal-, Terpentinöl- und Spiritus-Lacke.** Von L. E. Andés. 2. umgearb. Aufl. Mit 84 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K = 5 M. 40 Pf.

CIII. Band. **Kupfer und Messing,** sowie alle technisch wichtigen Kupferlegirungen, ihre Darstellungsmeth., Eigenschaften und Weiterverarbeitg. zu Handelswaaren. Von Ed. Japing. Mit 41 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. K 30 h = 3 Mark.

CIV. Band. **Die Bereitung der Brennerei-Kunsthefe.** Auf Grundlage vieljähriger Erfahrungen geschilt. von Josef Reis, Brennerei-Director. 4 Bog. 8. Eleg. geh. 1 K 60 h = 1 M. 50 Pf.

CV. Band. **Die Verwerthung des Holzes auf chemischem Wege.** Eine Darstellung der Verfahren zur Gewinnung der Destillationsproducte des Holzes, der Essigsäure, des Holzgeistes, des Theeres und der Theeröle, des Creosotes, des Rußes, des Röstholzes und der Kohlen. Die Fabrikation von Oxalsäure, Alkohol und Cellulose, der Gerb- und Farbstoff-Extracte aus Rinden und Hölzern, der ätherischen Oele und Harze. Für Praktiker geschildert von Dr. Josef Bersch. Zweite, sehr vermehrte Auflage. Mit 68 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

CVI. Band. **Die Fabrikation der Dachpappe und der Anstrichmasse** für Pappdächer in Verbindung mit der Theer-Destillation nebst Anfertigung aller Arten von Pappbedachungen und Asphaltirungen. Ein Handbuch für Dachpappe-Fabrikanten, Baubeamte, Bau-Techniker, Dachdecker und Chemiker. Von Dr. E. Luhmann, techn. Chemiker. Zweite Auflage. Mit 47 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h 3 M. 25 Pf.

CVII. Band. **Anleitung zur chemischen Untersuchung und rationellen Beurtheilung der landwirthschaftlich wichtigsten Stoffe.** Ein den praktischen Bedürfnissen angepaßtes analytisches Handbuch für Landwirthe, Fabrikanten künstlicher Düngemittel, Chemiker, Lehrer der Agriculturchemie und Studirende höherer landwirthschaftlicher Lehranstalten. Nach dem neuesten Stande der Praxis verfaßt von Robert Heinze. Mit 15 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

CVIII. Band. **Das Lichtpausverfahren** in theoretischer u. praktischer Beziehung. Von H. Schuberth. Zweite Aufl. Mit 7 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 K 60 h = 1 M. 50 Pf.

CIX. Band. **Zink, Zinn und Blei.** Eine ausführliche Darstellung der Eigenschaften dieser Metalle, ihrer Legirungen unter einander und mit anderen Metallen, sowie ihrer Verarbeitung auf physikalischem Wege. Für Metallarbeiter und Kunst-Industrielle geschildert von Karl Richter. Mit 8 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

CX. Band. **Die Verwerthung der Knochen auf chemischem Wege.** Eine Darstellung der Verarbeitung von Knochen auf alle aus denselben gewinnbaren Producte, insbesondere Fett, Leim, Düngemittel, Phosphor und phosphorsaure Salze. Von Wilhelm Friedberg. Zweite, sehr vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 81 Abbild. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CXI. Band. **Die Fabrikation der wichtigsten Antimon-Präparate.** Mit besonderer Berücksichtigung des Brechweinsteines und Goldschwefels. Von Julius Oehme. Mit 27 Abbildr. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 20 h = 2 Mark.

CXII. Band. **Handbuch der Photographie der Neuzeit.** Mit besonderer Berücksichtigung des Bromsilber-Gelatine-Emulsions-Verfahrens. Von Julius Krüger. Mit 61 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CXIII. Band. **Draht und Drahtwaaren.** Praktisches Hilfs- und Handbuch für die gesammte Drahtindustrie, Eisen- und Metallwaarenhändler, Gewerbe- und Fachschulen. Mit besonderer Rücksicht auf die Anforderungen der Elektrotechnik. Von Eduard Japing, Ingenieur und Redacteur. Mit 119 Abbild. 29 Bog. 8. Eleg. geh. 7 K 20 h = 6 M. 50 Pf.

CXIV. Band. **Die Fabrikation der Toilette-Seifen.** Praktische Anleitung zur Darstellung aller Arten von Toilette-Seifen auf kaltem und warmem Wege, der Glycerin-Seife, der Seifenkugeln, der Schaumseifen und der Seifen-Specialitäten. Mit Rücksicht auf die hierbei in Verwendung kommenden Maschinen und Apparate geschildert von Friedrich Wiltner, Seifenfabrikant. Mit 89 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CXV. Band. **Praktisches Handbuch für Anstreicher und Lackirer.** Anleitung zur Ausführung aller Anstreicher-, Lackirer-, Vergolder- und Schriftenmaler-Arbeiten, nebst eingehender Darstell. aller verwend. Rohstoffe u. Utensilien von L. E. Andés. Zweite, vollständig umgearbeitete Aufl. Mit 50 Abbild. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

CXVI. Band. **Die praktische Anwendung der Theerfarben in der Industrie.** Praktische Anleitung zur rationellen Darstellung der Anilin-, Phenol-, Naphthalin- und Anthracen-Farben in der Färberei, Druckerei, Buntpapier-, Tinten- und Zündwaaren-Fabrikation. Praktisch dargestellt von E. J. Höbl, Chemiker. Mit 20 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.

CXVII. Band. **Die Verarbeitung des Hornes, Elfenbeins, Schildpatts, der Knochen und der Perlmutter.** Abstammung und Eigenschaften dieser Rohstoffe, ihre Zubereitung, Färbung u. Verwendung in der Drechslerei, Kamm- und Knopffabrikation, sowie in anderen Gewerben. Ein Handbuch für Horn- u. Bein-Arbeiter, Kammacher, Knopffabrikanten, Drechsler, Spielwaaren-Fabrikanten 2c. 2c. Von Louis Edgar Andés. Mit 32 Abbild. 16 Bog. 8. Geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CXVIII. Band. **Die Kartoffel- und Getreidebrennerei.** Handbuch für Spiritusfabrikanten, Brennereileiter, Landwirthe und Techniker. Enthaltend: Die praktische Anleitung zur Darstellung von Spiritus aus Kartoffeln, Getreide, Mais und Reis, nach den älteren Methoden und nach dem Hochdruckverfahren. Dem neuesten Standpunkte der Wissenschaft und Praxis gemäß populär geschildert von Adolf Wilfert. Mit 88 Abbild. 29 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K = 5 M. 40 Pf.

CXIX. Band. **Die Reproductions-Photographie** sowohl für Halbton als Strichmanier nebst den bewährtesten Copirprocessen zur Uebertragung photographischer Glasbilder aller Art auf Zink und Stein. Von J. Husnik, k. k. Prof. am I. Staats-Realgymn. in Prag, Ehrenmitglied der Photogr. Vereine zu Prag und Berlin 2c Zweite, bedeutend erw. u. besonders f. d. Autotypie u. d. achromatischen Verfahren umgearb. Aufl. Mit 40 Abbild. u. 5 Tafeln. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

CXX. Band. **Die Beizen, ihre Darstellung, Prüfung und Anwendung.** Für den prakt. Färber und Zeugdrucker bearb. von H. Wolff, Lehrer der Chemie am Zürcherischen Technikum in Winterthur. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CXXI. Band. **Die Fabrikation des Aluminiums und der Alkalimetalle.** Von Dr. Stanislaus Mierzinski. Mit 27 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 20 h = 2 Mark.

CXXII. Band. **Die Technik der Reproduction von Militär-Karten und Plänen** nebst ihrer Vervielfältigung, mit besonderer Berücksichtigung jener Verfahren, welche im k. k. militär-geographischen Institute zu Wien ausgeübt werden. Von Ottomar Volkmer, k. k. Oberstlieutenant der Artillerie und Vorstand der technischen Gruppe im k. k. militär-geographischen Institute. Mit 57 Abbild. im Texte und einer Tafel. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

CXXIII. Band. **Die Kohlensäure.** Eine ausführliche Darstellung der Eigenschaften, des Vorkommens, der Herstellung und technischen Verwendung dieser Substanz. Ein Handbuch für Chemiker, Apotheker, Fabrikanten künstlicher Mineralwässer, Bierbrauer und Gastwirthe. Von Dr. E. Luhmann, Chemiker. Mit 47 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CXXIV. Band. **Die Fabrikation der Siegel- und Flaschenlacke.** Enthaltend die Anleitung zur Erzeugung von Siegel- und Flaschenlacken, die eingehende Darstellung der Rohmaterialien, Utensilien und maschinellen Vorrichtungen. Mit einem Anhange: Die Fabrikat. d. Brauer-, Wachs-, Schuhmacher- u. Bürstenpeches. Von Louis Edgar Andés. Mit 21 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CXXV. Band. **Die Teigwaaren-Fabrikation.** Mit einem Anhange: Die Panier- und Mutschelmehl-Fabrikation. Eine auf praktische Erfahrung begründete, gemeinverständliche Darstellung der Fabrikation aller Arten Teigwaaren, sowie des Panier- und Mutschelmehles mittelst Maschinenbetriebes, nebst einer Schilderung sämmtlicher Maschinen und der verschiedenen Rohproducte. Mit Beschreibung und Plan einer Teigwaaren-Fabrik. Leichtfaßlich geschildert von Friedr. Oertel, Teigwaaren-Fabrikant (Jury-Mitglied der bay. Landesausstellung 1882, Gruppe Nahrungsmittel) Mitarbeiter der allg. Bäcker- u. Cond.-Ztg. in Stuttgart. Mit 43 Abb. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.

CXXVI. Band. **Praktische Anleitung zur Schriftmalerei** mit besonderer Berücksichtigung der Construction und Berechnung von Schriften für bestimmte Flächen, sowie der Herstellung von Glas-Glanzvergoldung und Versilberung für Glasfirmentafeln 2c. Nach eigenen praktischen Erfahrungen bearbeitet von Robert Hagen. Zweite, gänzlich umgearbeitete, vermehrte Auflage. Mit 29 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K = 1 M. 80 Pf.

CXXVII. Band. **Die Meiler- und Retorten-Verkohlung.** Die liegenden und stehenden Meiler. Die gemauerten Holzverkohlungs-Oefen und die Retorten-Verkohlung. Ueber Kiefer-, Kien- und Buchenholztheer-Erzeugung, sowie Birkentheer-Gewinnung. Die technisch-chemische Bearbeitung der Nebenproducte der Holzverkohlung, wie Holzessig, Holzgeist und Holztheer. Die Rothsalz-Fabrikation, das schwarze und graue Rothsalz. Die Holzgeist-Erzeugung und die Verarbeitung des Holztheers auf leichte und schwere Holztheeröle, sowie die Erzeugung des Holztheerparaffins und Verwerthung des Holztheerpeches. Nebst einem Anhang: Ueber die Rußfabrikation aus harz. Hölzern, Harzen, harz. Abfällen und Holztheerölen. Ein Handbuch f. Herrschaftsbesitzer, Forstbeamte, Fabrikanten, Chemiker, Techniker u. Praktikanten. Nach den neuest. Erfahrung. prakt. u. wissenschaftl. bearb. von Dr. Georg Thenius, Chemiker u. Techniker in Wr.-Neustadt Mit 80 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

CXXVIII. Band. **Die Schleif-, Polir- und Putzmittel** für Metalle aller Art, Glas, Holz, Edelsteine, Horn, Schildpatt, Perlmutter, Steine etc., ihr Vorkommen, ihre Eigenschaften, Herstell. u. Verwend., nebst Darstell. d. gebräuchlichsten Schleifvorrichtung. Ein Handbuch für techn. u. gewerbl. Schulen, Eisenwerke, Maschinenfabriken, Glas-, Metall- u. Holz-Industrielle, Gewerbetreibende u. Kaufleute. Von Vict. Wahlburg. Zweite, vollständig umgearb. Auflage. Mit 97 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

CXXIX. Band. **Lehrbuch der Verarbeitung der Naphtha** oder des Erdöles auf Leucht- und Schmieröle. Von F. A. Roßmäßler. Mit 27 Abbild. 8 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 20 h = 2 Mark.

CXXX. Band. **Die Zinkätzung** (Chemigraphie, Zinkotypie). Eine faßliche Anleit. nach d. neuesten Fortschritten allemit d. bekannten Manieren auf Zink o. ein anderes Metall übertrag. Bilder hoch zu ätzen u. f. d. typograph. Presse geeig. Druckplatten herzustellen. Von J. Husnik, k. k. Prof. am k. St.-Realgymn. in Prag. Mit 26 Abb. u. 4 Taf. 2. Aufl. 13 Bog. 8. Eleg geh 3 K 30 h = 3 Mark.

CXXXI. Band. **Die Fabrikation der Kautschuk- und Leimmasse-Typen, Stempel und Druckplatten, sowie die Verarbeitung des Korkes und der Korkabfälle.** Darstellung der Fabrikation von Kautschuk- und Leimmasse-Typen und Stempeln, der Celluloid-Stampiglien, der hierzu gehörigen Apparate, Vorrichtungen, der erforderlichen Stempelfarben, der Buch- und Steindruckwalzen, Fladerdruckplatten, elastischen Formen für Stein- und Gypsguß; ferner der Gewinnung, Eigenschaften und Verarbeitung des Korkes zu Pfropfen, der hierbei resultirenden Abfälle zu künstlichen Pfropfen, Korksteinen, Pappen, Isolirmassen und Teppichen. Von August Stefan. Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage Mit 114 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CXXXII. Band. **Das Wachs und seine technische Verwendung.** Darstellung der natürlichen animalischen und vegetabilischen Wachsarten, des Mineralwachses (Ceresin), ihrer Gewinnung, Reinigung, Verfälschung und Anwendung in der Kerzenfabrikation, zu Wachsblumen u. Wachsfiguren, Wachspapier, Salben u. Pasten, Pomaden, Farben Lederschmieren. Fußbodenwichsen u. vielen anderen techn. Zwecken. Von Ludwig Sedna. Zweite, vollständig umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 45 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.

CXXXIII. Band. **Asbest und Feuerschutz.** Enthaltend: Vorkommen, Verarbeitung und Anwendung des Asbestes, sowie den Feuerschutz in Theatern, öffentlichen Gebäuden u. s. w., durch Anwendung von Asbestpräparaten, Imprägnirungen und sonstigen bewährten Vorkehrungen. Von Wolfgang Venerand. Mit 47 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

CXXXIV. Band. **Die Appreturmittel und ihre Verwendung.** Darstellung aller in der Appretur verwendeten Hilfsstoffe, ihrer spec. Eigenschaften, d. Zubereitung zu Appreturmassen u. ihrer Verwend. z. Appretiren v. leinenen, baumwollenen, seidenen u. wollenen Geweben; feuersichere u. wasserdichte Appreturen nebst d. hauptsächl. maschin. Vorrichtungen. Ein Hand- u. Hilfsb. f. Appreteure, Drucker, Färber, Bleicher, Wäschereien und Textil-Lehranstalten. Von F. Polleyn. Mit 63 Abb. Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage. 31 Bg. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

CXXXV. Band. **Die Fabrikation von Rum, Arrak und Cognac** und allen Arten von Obst- und Früchtenbranntweinen, sowie die Darstellung der besten Nachahmungen von Rum, Arrak, Cognac, Pflaumenbranntwein (Slibowitz), Kirschwasser u. s. w. Nach eigenen Erfahrungen geschild. von August Gaber, gepr. Chemiker u. prakt. Destillateur. Zweite, sehr verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 52 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

CXXXVI. Band. **Handbuch d. prakt. Seifen-Fabrikat.** In 2 Bänden. Von Alwin Engelhardt. I. Band. Die in der Seifen-Fabrikat. angewend. Rohmaterialien, Maschinen u. Geräthschaften. Zweite Auflage. Mit 110 Abbild. 28 Bog. 8 Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

CXXXVII. Band. **Handbuch d. prakt. Seifen-Fabrikat.** In 2 Bänden. Von Alwin Engelhardt. II. Band. Die gesammte Seifen-Fabrikation nach dem neuesten Standpunkte der Praxis und Wissenschaft. Zweite Auflage. Mit 23 Abbild. 30 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

CXXXVIII. Band. **Handbuch der praktischen Papier-Fabrikation.** Von Dr. Stanislaus Mierzinski. Erster Band: Die Herstellung des Papiers aus Hadern auf der Papiermaschine. Mit 166 Abb. u. mehr. Tafeln. 29 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark. (Siehe auch die Bände 141 u. 142.)

CXXXIX. Band. **Die Filter für Haus und Gewerbe.** Eine Beschreibung der wichtigsten Sand-, Gewebe-, Papier-, Kohle-, Eisen-, Stein-, Schwamm- u. s. w. Filter u. der Filterpressen. Mit besond. Berücksichtigung d. verschied. Verfahren zur Untersuchung, Klärung u. Reinigung d. Wassers u. d. Wasserversorgung von Städten. Für Behörden, Fabrikanten, Chemiker, Techniker, Haushaltungen u. s. w. bearbeitet von Richard Krüger. Ingenieur, Lehrer an den techn. Fachschulen der Stadt Buxtehude bei Hamburg. Mit 72 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

CXL. Band. **Blech und Blechwaaren.** Prakt. Handb. f. die ges. Blechindustrie, f. Hüttenwerke, Constructions-Werkstätten, Maschinen- u. Metallwaaren-Fabriken, sowie f. d. Unterr. an techn. u. Fachschulen. Von Eduard Japing. Mit 125 Abb. 29 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K = 5 M. 40 Pf

CXLI. Band. **Handbuch der praktischen Papier-Fabrikation.** Von Dr. Stanislaus Mierzinski. Zweiter Band. Die Ersatzmittel der Hadern. Mit 114 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark. (Siehe auch die Bände 138 und 142.)

---

CXLII. Band. **Handbuch der praktischen Papierfabrikation.** Von Dr. Stanislaus Mierzinski. Dritter Band. Anleitung zur Untersuchung der in der Papier-Fabrikation vorkommenden Rohproducte. Mit 28 Abb. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf. (S. auch Bd. 138 u. 141.)

CXLIII. Band. **Wasserglas und Infusorienerde, deren Natur und Bedeutung für Industrie, Technik und die Gewerbe.** Von Hermann Krätzer. Mit 32 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CXLIV. Band. **Die Verwerthung der Holzabfälle.** Eingehende Darstellung der rationellen Verarbeitung aller Holzabfälle, namentlich der Sägespäne, ausgenützten Farbhölzer und Gerberrinden als Heizungsmaterialien, zu chemischen Producten, zu künstlichen Holzmassen, Explosivstoffen, in der Landwirthschaft als Düngemittel und zu vielen anderen technischen Zwecken. Ein Handbuch für Waldbesitzer, Holzindustrielle, Landwirthe rc. rc. Von Ernst Hubbard. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 50 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CXLV. Band. **Die Malz-Fabrikation.** Eine Darstellung der Bereitung von Grün-, Luft- u. Darrmalz nach den gewöhnl. u. d. verschiedenen mechan. Verfahren. Von Karl Weber. Mit 77 Abbild. 22 Bog. 8. Eleg. geh 5 K = 4 M. 50 Pf.

CXLVI. Band. **Chemisch-technisches Receptbuch für die gesammte Metall-Industrie.** Eine Sammlung ausgewählter Vorschriften für die Bearbeitung aller Metalle, Decoration u. Verschönerung daraus gefertigter Arbeiten, sowie deren Conservirung. Ein unentbehrl. Hilfs- u. Handbuch für alle Metall verarbeitenden Gewerbe. Von Heinrich Bergmann. 20 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CXLVII. Band. **Die Gerb- und Farbstoff-Extracte.** Von Dr. Stanislaus Mierzinski. Mit 59 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

CXLVIII. Band. **Die Dampf-Brauerei.** Eine Darstellung des gesammten Brauwesens nach dem neuesten Stande des Gewerbes. Mit besond. Berücksichtigung der Dickmaisch- (Decoctions-) Brauerei nach bayrischer, wiener und böhmischer Braumethode und des Dampfbetriebes. Für Praktiker geschildert von Franz Cassian, Brauereileiter. Mit 55 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K 50 h = 5 Mark.

CXLIX. Band. **Praktisches Handbuch für Korbflechter.** Enthaltend die Zurichtung der Flechtweiden und Verarbeitung derselben zu Flechtwaaren, die Verarbeitung des spanischen Rohres, des Strohes, die Herstellung von Sparteriewaaren, Strohmatten und Rohrdecken, das Bleichen, Färben, Lackiren und Vergolden der Flechtarbeiten, das Bleichen und Färben des Strohes u. s. w. Von Louis Edgar Andés. Mit 82 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

CL. Band. **Handbuch der praktischen Kerzen-Fabrikation.** Von Alwin Engelhardt. Mit 58 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

CLI. Band. **Die Fabrikation künstlicher plastischer Massen,** sowie der künstlichen Steine, Kunststeine, Stein- und Cementgüsse. Eine ausführliche Anleitung zur Herstellung aller Arten künstlicher plastischer Massen aus Papier, Papier- und Holzstoff, Cellulose, Holzabfällen, Gyps, Kreide, Leim, Schwefel, Chlorzink und vielen anderen, bis nun wenig verwendeten Stoffen, sowie des Stein- und Cementgusses unter Berücksichtigung der Fortschritte bis auf die jüngste Zeit. Von Johannes Höfer. Zweite, vollst. umgearb. u. verm. Aufl. Mit 54 Abb. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CLII. Band. **Die Färberei à Ressort und das Färben der Schmuckfedern.** Leichtfaßliche Anleitung, gewebte Stoffe aller Art neu zu färben oder umzufärben und Schmuckfedern zu appretiren und zu färben. Von Alfred Brauner. Mit 13 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CLIII. Band. **Die Brillen, das dioptrische Fernrohr und Mikroskop.** Ein Handbuch für praktische Optiker von Dr. Carl Neumann. Nebst einem Anhange, enthaltend die Burow'sche Brillen-Scala und das Wichtigste aus dem Productions- und Preisverzeichnisse der Glasschmelzerei für optische Zwecke von Schott & Gen in Jena. Mit 95 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CLIV. Band. **Die Fabrikation der Silber- und Quecksilber-Spiegel** oder das Belegen der Spiegel auf chemischem und mechanischem Wege. Von Ferdinand Cremer. Mit 37 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CLV. Band. **Die Technik der Radirung.** Eine Anl. z. Radiren u. Aetzen auf Kupfer. Von J. Roller, k. k. Professor. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CLVI. Band. **Die Herstellung der Abziehbilder** (Metachromatypie, Decalcomanie) der Blech- und Transparentdrucke nebst der Lehre der Uebertragungs-, Um- u. Ueberdruckverfahren. Von Wilhelm Langer. Mit 8 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CLVII. Band. **Das Trocknen, Bleichen, Färben, Bronziren und Vergolden natürlicher Blumen und Gräser** sowie sonstiger Pflanzentheile und ihre Verwendung zu Bouquets, Kränzen und Decorationen. Ein Handbuch für praktische Gärtner, Industrielle, Blumen- und Bouquetsfabrikanten Auf Grund langjähriger praktischer Erfahrungen zusammengestellt von W. Braunsdorf. Mit 4 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CLVIII. Band. **Die Fabrikation der deutschen, französischen und englischen Wagen-Fette.** Leichtfaßlich geschildert für Wagenfett-Fabrikanten, Seifen-Fabrikanten, für Interessenten der Fett- und Oelbranche. Von Hermann Krätzer. Mit 24 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CLIX. Band. **Haus-Specialitäten.** Von Adolf Vomácka. Mit 12 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CLX. Band. **Betrieb der Galvanoplastik mit dynamo-elektrischen Maschinen zu Zwecken der graphischen Künste** von Ottomar Volkmer. Mit 47 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CLXI. Band. **Die Rübenbrennerei.** Dargestellt nach den praktischen Erfahrungen der Neuzeit von Hermann Briem. Mit 14 Abbild. und einem Situationsplane. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CLXII. Band. **Das Aetzen der Metalle für kunstgewerbliche Zwecke.** Nebst einer Zusammenstellung der wichtigsten Verfahren zur Verschönerung geätzter Gegenstände. Nach eigenen Erfahrungen unter Benützung der besten Hilfsmittel bearbeitet von H. Schuberth. Mit 24 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

---

CLXIII. Band. **Handbuch der praktischen Toiletteseifen-Fabrikation.** Praktische Anleitung zur Darstellung aller Sorten von deutschen, englischen und französischen Toiletteseifen, sowie der medicinischen Seifen, Glycerinseifen und der Seifenspecialitäten. Unter Berücksichtigung der hierzu in Verwendung kommenden Rohmaterialien, Maschinen und Apparate. Von Alwin Engelhardt. Mit 107 Abbildungen. 31 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

CLXIV. Band. **Praktische Herstellung von Lösungen.** Ein Handbuch zum raschen und sicheren Auffinden der Lösungsmittel aller technisch und industriell wichtigen festen Körper, sowie zur Herstellung von Lösungen solcher Stoffe für Techniker und Industrielle. Von Dr. Theodor Koller. Mit 16 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

CLXV. Band. **Der Gold- und Farbendruck** auf Calico, Leder, Leinwand, Papier, Sammet, Seide und andere Stoffe. Ein Lehrbuch des Hand- und Preßvergoldens, sowie des Farben- und Bronzedruckes. Nebst Anhang: Grundriß der Farbenlehre und Ornamentik. Zum Gebrauche für Buchbinder, Hand- und Preßvergolder, Lederarbeiter und Buntpapierdrucker mit Berücksichtigung der neuesten Fortschritte und Erfahrungen bearbeitet von Eduard Grosse. Mit 102 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CLXVI. Band. **Die künstlerische Photographie.** Nebst einem Anhange über die Beurtheilung und technische Behandlung der Negative photographischer Porträte und Landschaften, sowie über die chemische und artistische Retouche, Momentaufnahmen und Magnesiumblitzbilder. Von C. Schiendl. Mit 38 Abb. und einer Lichtdrucktafel. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

CLXVII. Band. **Die Fabrikation der nichttrübenden ätherischen Essenzen und Extracte.** Vollst. Anleit. z. Darstell d. sog. extrastarken, in 50%igem Sprit löslichen ätherischen Oele, sowie der Mischungs-Essenzen, Extract-Essenzen, Frucht-Essenzen und der Fruchtäther. Nebst einem Anhange: Die Erzeug. d. in der Liqueur-Fabrik. z. Anwend. kommenden Farbtincturen. Ein Handb. für Fabrikanten, Materialwaarenhändler und Kaufleute. Auf Grundlage eigener Erfahrungen praktisch bearbeitet von Heinrich Popper. Mit 15 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh 3 K 60 h = 3 M. 25 Pf.

CLXVIII. Band. **Das Photographiren.** Ein Rathgeber für Amateure und Fachphotographen bei Erlernung und Ausübung dieser Kunst. Mit Berücksichtigung der neuesten Erfindungen und Verbesserungen auf diesem Gebiete. Herausgegeben von J. F. Schmid. Mit 54 Abbild. und einer Farbendruck-Beilage. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark

CLXIX. Band. **Oel- und Buchdruckfarben.** Praktisches Handbuch für Firniß- und Farbenfabrikanten enthaltend das Reinigen und Bleichen des Leinöles nach verschiedenen Methoden, Nachweisung der Verfälschungen desselben sowie der Leinölfirnisse und der zu Farben verwendeten Körper, ferner die Fabrikation der Leinölfirnisse, der Oel- und Firnißfarben für Anstriche jeder Art, der Kunstölfarben (Malerfarben), der Buchdruckfirnisse, der Flamm- und Lampenruße, der Buchdruckschwärzen und bunten Druckfarben, nebst eingehender Beschreibung aller maschinellen Vorrichtungen. Unter Zugrundelegung langjähriger eigener Erfahrungen und mit Benützung aller seitherigen Neuerungen und Erfindungen leichtfaßlich dargestellt von Louis Edgar Andés, Lack- und Firnißfabrikant. Mit 56 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg .geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CLXX. Band. **Chemie für Gewerbetreibende.** Darstell. d. Grundlehren d. chem. Wissensch. u. deren Anw. in d. Gewerben. Von Dr. F. Rottner. Mit 70 Abb. 33 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

CLXXI. Band. **Theoretisch-praktisches Handbuch der Gas-Installation.** Von D. Coglievina, Ingenieur. Mit 70 Abbild. 23 Bog 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

CLXXII. Band. **Die Fabrikation und Raffinirung des Glases.** Genaue, übersichtliche Beschreibung der gesammten Glasindustrie, wichtig für den Fabrikanten, Raffineur, als auch für das Betriebsaufsichtspersonal, mit Berücksichtigung der neuesten Errungenschaften auf diesem Gebiete und auf Grund eigener, vielseitiger, praktischer Erfahrungen bearbeitet von Wilhelm Mertens. Mit 86 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K = 5 M. 40 Pf.

CLXXIII. Band. **Die internationale Wurst- u. Fleischwaaren-Fabrikation.** Nach den neuesten Erfahrungen bearb. von R. Merges. Mit 29 Abb. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CLXXIV. Band. **Die natürlichen Gesteine,** ihre chemisch-mineralogische Zusammensetzung, Gewinnung, Prüfung, Bearbeitung und Conservirung. Für Architekten, Bau- und Bergingenieure, Baugewerks- und Steinmetzmeister, sowie für Steinbruchbesitzer, Baubehörden u. s. w. Von Richard Krüger, Bauingenieur. Erster Band. Mit 7 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CLXXV. Band. **Die natürlichen Gesteine** u. s. w. Von Richard Krüger. Zweiter Band. Mit 109 Abbild. 20 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CLXXVI. Band. **Das Buch des Conditors** oder Anleitung zur praktischen Erzeugung der verschiedensten Artikel aus dem Conditoreifache. Buch für Conditore, Hotels, große Küchen und für das Haus, enthält 589 der vorzüglichsten Recepte von allen in das Conditoreifach einschlagenden Artikeln. Von Fr. Urban, Conditor. Mit 37 Tafeln. 30 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

CLXXVII. Band. **Die Blumenbinderei in ihrem ganzen Umfange.** Die Herstellung sämmtlicher Bindereiartikel und Decorationen, wie Kränze, Bouquets, Guirlanden 2c. Ein Handbuch für praktische Gärtner, Industrielle. Blumen- und Bouquetsfabrikanten. Auf wissenschaftlichen und praktischen Grundlagen bearbeitet von W. Braunsdorf. Mit 61 Abb. 20 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark

CLXXVIII. Band. **Chemische Präparatenkunde.** Handbuch der Darstellung und Gewinnung der am häufigsten vorkommenden chemischen Körper. Für Techniker, Gewerbetreibende und Industrielle. Von Dr. Theodor Koller. Mit 20 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CLXXIX. Band. **Das Gesammtgebiet der Vergolderei,** nach den neuesten Fortschritten und Verbesserungen. Die Herstellung von Decorationsgegenständen aus Holz, Steinpappe, Gußmasse; ferner die Anleitung zur echten und unechten Glanz- und Mattvergoldung von Holz, Eisen, Marmor, Sandstein, Glas u. s. w., sowie zum Versilbern, Bronziren und Faßmalen und der Herstellung von Holz-, Cuivre poli-, Porzellan- und Majolika-Imitation. Die Fabrikation und Verarbeitung der Leisten. Von Otto Rentzsch. Vergolder. Mit 70 Abb. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

---

CLXXX. Band. **Praktischer Unterricht in der heutigen Putzfedernfärberei,** Lappenfärberei mit Küpenführung und chemische und Naßwäscherei. Von Louis Lau, praktischer Färbermeister. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CLXXXI. Band. **Taschenbuch bestbewährter Vorschriften für die gangbarsten Handverkaufsartikel der Apotheken und Drogenhandlungen.** Unter Mitarbeiterschaft Th. Kindermanns verf. von Ph. Mr. Ad. Vomačka. 2. verb. Aufl. 8 Bg. 8. Eleg. geh. 1 K 60 h = 1 M. 50 Pf.

CLXXXII. Band. **Die Herstellung künstlicher Blumen und Pflanzen aus Stoff und Papier.** 1. Band. Die Herstellung der einzelnen Pflanzentheile, wie: Laub-, Blumen- und Kelchblätter, Staubfäden und Pistille. Ein Handbuch für Blumenarbeiterinnen, Modistinnen, Blumen- und Bouquetfabrikanten. Unter Berücksichtigung der neuesten Fortschritte auf diesem Gebiete bearbeitet von W. Braunsdorf. Mit 110 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CLXXXIII. Band. **Die Herstellung künstlicher Blumen und Pflanzen aus Stoff und Papier.** 2. Band. Die Herstellung künstlicher Blumen, Gräser, Palmen, Farrenkräuter, Blattpflanzen und Früchte. Ein Handbuch für Blumenarbeiterinnen, Modistinnen, Blumen- und Bouquetfabrikanten. Unter Berücksichtigung der neuesten Fortschritte auf diesem Gebiete bearbeitet von W. Braunsdorf. Mit 50 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CLXXXIV. Band. **Die Praxis der Anilin-Färberei und Druckerei auf Baumwoll-Waaren.** Enthaltend die in neuerer und neuester Zeit in der Praxis in Aufnahme gekommenen Herstellungsmethoden: Echtfärberei mit Anilinfarben, das Anilinschwarz und andere auf der Faser selbst zu entwickelnde Farben. Anwendung der Anilinfarben zum Zeugdruck. Von V. H. Soxhlet, Färberei-Chemiker. Mit 13 Abbild. 26 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

CLXXXV. Band. **Die Untersuchung v. Feuerungs-Anlagen.** Eine Anleit. zur Anstellung von Heizversuchen von H. Freih. Jüptner v. Jonstorff, Correspond. der k. geolog. Reichsanstalt, Chemiker der Oest. alpin. Montangesellsch. 2c. Mit 49 Abb 28 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 M.

CLXXXVI. Band. **Die Cognac- u. Weinsprit-Fabrikation,** sowie die Trester- u. Hefebranntwein-Brennerei. Von Ant. dal Piaz. Mit 37 Abb. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CLXXXVII. Band. **Das Sandstrahl-Gebläse im Dienste der Glasfabrikation.** Genaue übersichtliche Beschreibung des Mattirens und Verzierens der Hohl- und Tafelgläser mittelst des Sandstrahles, unter Zuhilfenahme von verschiedenartigen Schablonen u. Umdruckverfahren m. genauer Skizzirung aller neuesten Apparate und auf Grund eigener, vielseitiger und praktischer Erfahrungen verfaßt von Wilh. Mertens. Mit 27 Abb. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 20 h = 2 Mark.

CLXXXVIII. Band. **Die Steingutfabrikation.** Für die Praxis bearbeitet von Gustav Steinbrecht. Mit 86 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CLXXXIX. Band. **Die Fabrikation der Leuchtgase** n. d. neuest. Forsch. Ueber Stein- u. Braunkohlen-, Torf-, Holz-, Harz-, Oel-, Petroleum-, Schiefer-, Knochen-, Walkfett- u. d. neuest. Wasser- u. carbonisirten Leuchtgasen. Verwerth. d. Nebenproducte, wie alle Leuchtgastheere, Leuchtgastheeröle, Ammoniakwässer, Coke u. Retortenrückstände. Nebst einem Anhange: Ueber die Untersuchung der Leuchtgase nach den neuesten Methoden. Ein Handbuch f. Gasanstalten, Ingenieure, Chemiker u. Fabrikanten. Von Dr. Georg Thenius in Wr.-Neustadt. Mit 155 Abb. 41 Bog. 8. Eleg. geh. 8 K 80 h = 8 Mark.

CLXXXX. Band. **Anleitung zur Bestimmung des wirksamen Gerbstoffes** in den Naturgerbstoffen 2c. Von Carl Scherk. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 20 h = 2 Mark.

CLXXXXI. Band. **Die Farben zur Decoration von Steingut, Fayence und Majolika.** Eine kurze Anleitung zur Bereitung der farbigen Glasuren auf Hartsteingut, Fayence und auf ordinärem Steingut, Majolika, der Farbflüsse, der Farbkörper, Unterglasurfarben, Aufglasurfarben, für feingelbe Fayencen, sog. Steingutscharffeuer-Farben, Majolikafarben 2c., sowie kurze Behandl. sämmtl. zur Bereit. nöthigen Rohmaterialien. Bearbeitet von C. B. Swoboda. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CLXXXXII. Band. **Das Ganze der Kürschnerei.** Gründliches Lehrbuch alles Wissenswerthen über Waarenkunde, Zurichterei, Färberei und Bearbeitung der Pelzfelle. Von Paul Cubaeus, praktischer Kürschnermeister. Mit 72 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

CLXXXXIII. Band. **Die Champagner-Fabrikation und Erzeugung imprägnirter Schaumweine.** Von Ant. dal Piaz. Oenotechn. Mit 63 Abb. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 M.

CLXXXXIV. Band. **Die Negativ-Retouche nach Kunst- und Naturgesetzen.** Mit besonderer Berücksichtigung der Operation: (Beleuchtung, Entwicklung, Exposition) und des photograph. Publikums. Ein Lehrbuch der künstlerischen Retouche für Berufsphotographen und Retoucheure. Von Hans Arnold, Photograph. Mit 52 Abb. 34 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 M.

CLXXXXV. Band. **Die Vervielfältigungs- und Copir-Verfahren** nebst den dazugehörigen Apparaten und Utensilien. Nach praktischen Erfahrungen und Ergebnissen dargestellt von Dr. Theodor Koller. Mit 23 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CLXXXXVI. Band. **Die Kunst der Glasmasse-Verarbeitung.** Genaue übersichtliche Beschreibung der Herstellung aller Glasgegenstände, nebst Skizzirung der wichtigsten Stadien, welche die einzelnen Gläser bei ihrer Erzeugung durchzumachen haben. Nach eigener, langjähriger Praxis beschrieben und illustrirt von Franz Fischer. Mit 277 Abbild. 12 Bogen. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CLXXXXVII. Band. **Die Kattun-Druckerei.** Ein prakt. Handbuch d. Bleicherei, Färberei, Druckerei u. Appretur d. Baumwollgewebe. Unter Berücksicht. d. neuesten Erfind. u. eigenen, langj. Erfahrung von B. F. Wharton, Colorist u. V. H. Soxhlet Chemiker. Mit 30 gedruckten Kattunproben, deren genaue Herstellung im Texte des Buches enth. ist, und 39 Abb. d. neuesten Maschinen, welche heute in der Kattun-Druckerei Verwendung finden. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 8 K = 7 M. 20 Pf.

CLXXXXVIII. Band. **Die Herstellung künstlicher Blumen** aus Blech, Wolle, Band, Wachs, Leder, Federn, Chenille, Haaren, Perlen, Fischschuppen, Muscheln, Moos und anderen Stoffen. Praktisches Lehr- und Handbuch für Modistinnen, Blumenarbeiterinnen und Fabrikanten. Mit Benützung der neuesten und bewährtesten Hilfsmittel und unter Berücksichtigung aller Anforderungen der Gegenwart geschildert von W. Braunsdorf. Mit 30 Abb. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 M.

CLXXXXIX. Band. **Praktischer Unterricht in der heutigen Wollenfärberei.** Enthaltend Wäscherei und Carbonisirung, Alizarin-, Holz-, Säure-, Anilin- und Waidküpen-Färberei für lose Wolle, Garne und Stücke. Von Louis Lau und Alwin Hampe, praktische Färbermeister. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.

CC. Band. **Die Fabrikation der Stiefelwichse und der Lederconservirungsmittel.** Praktische Anleitung zur Herstellung von Stiefel- und Schuhwichsen, Lederappreturen, Lederlacken, Lederschwärzen, Ledersalben, Lederfetten, Oberleder- und Sohlenconservirungsmitteln u. s. w., u. s. w. Für Fußbekleidungen, Riemenzeug, Pferdegeschirre, Lederwerk und Wagen, Militär-Ausrüstungsgegenstände u. s. w. Von L. E. Andés. Mit 19 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CCI. Band. **Fabrikation, Berechnung und Visiren der Fässer, Bottiche u. anderer Gefäße.** Hand- u. Hilfsbuch f. Böttcher, Binder u. Faßfabrikanten, Büttner, Schäffler, Küfer, Küper u. A. Von Otto Voigt. Mit 104 Abbild. u. vielen Tabellen. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

CCII. Band. **Die Technik der Bildhauerei** oder Theoret.-prakt. Anleitung zur Hervorbringung plastischer Kunstwerke. Zur Selbstbelehrung, sowie zur Benützung in Kunst- u. Gewerbeschulen. Von Eduard Uhlenhuth, Bildhauer des Friedrich-Denkmals in Bromberg 2c. 2c. Mit 33 Abbild. 11 Bog. 8 Eleg. geh. 2 K 70 h = 2 M. 50 Pf.

CCIII. Band. **Das Gesammtgebiet der Photokeramik** oder sämmtliche photographische Verfahren zur praktischen Darstellung keramischer Decorationen auf Porzellan, Fayence, Steingut und Glas. Von J. Kißling. Mit 12 Abbild. 8 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 20 h = 2 Mark.

CCIV. Band. **Die Fabrikation des Rübenzuckers.** Ein Hilfs- und Handbuch für die Praxis und den Selbstunterricht, umfassend: die Darstellung von Roh- und Consumzucker, Raffinade und Candis. Die Entzuckerungsverfahren der Melasse, sowie die Verwerthung der Abfallsproducte der Zuckerfabrikation. Unter besond. Berücksicht. der neuest. Fortschritte auf dem Gebiete der Zuckertechnik verf. von Dr. Ernst Stehdn, techn. Chemiker. Mit 90 Abb. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K 50 h = 5 Mark.

CCV. Band. **Vegetabilische und Mineral-Maschinenöle** (Schmiermittel) deren Fabrikation, Raffinirung, Entsäuerung, Eigenschaften und Verwendung. Ein Handbuch für Fabrikanten und Consumenten von Schmierölen. Nach dem neuesten Stande dieses höchst wichtigen Industriezweiges von Louis Edgar Andés. Mit 61 Abbild. 26 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

CCVI. Band. **Die Untersuchung des Zuckers und zuckerhaltiger Stoffe,** sowie der Hilfsmaterialien der Zuckerindustrie. Dem neuesten Standpunkte der Wissenschaft entsprechend dargestellt von Dr. Ernst Stehdn, techn. Chemiker. Mit 93 Abb. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

CCVII. Band. **Die Technik der Verbandstoff-Fabrikation.** Ein Handbuch der Herstellung und Fabrikation der Verbandstoffe, sowie der Antiseptica und Desinfectionsmittel auf neuester wissenschaftlicher Grundlage für Techniker, Industrielle und Fabrikanten. Von Dr. Theodor Koller. Mit 17 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

CCVIII. Band **Das Conserviren der Nahrungs- und Genußmittel.** Fabrikation von Fleisch-, Fisch-, Gemüse-, Obst- 2c. Conserven. Praktisches Handbuch für Conservefabriken, Landwirthe, Gutsverwaltungen, Eßwaarenhändler. Haushaltungen u. s. w. Von Louis Edgar Andés. Mit 39 Abbild. 29 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

CCIX. Band. **Das Conserviren von Thierbälgen** (Ausstopfen von Thieren aller Art) von Pflanzen und allen Natur- und Kunstproducten mit Ausschluß der Nahrungs- und Genußmittel. Praktische Anleitung zum Ausstopfen, Präpariren, Conserviren, Skelettisiren von Thieren aller Arten, Präpariren und Conserviren von Pflanzen und zur Conservirung aller wie immer benannten Gebrauchsgegenstände. Von Louis Edgar Andés. Mit 44 Abb. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K 50 h = 5 Mark.

CCX. Band. **Die Müllerei.** Ein Handbuch des Mühlenbetriebes. Umfassend: Die Rohmaterialien, Maschinen und Geräthe der Flach-, Halbhoch- und Hochmüllerei, sowie die Anlage und Einrichtung moderner Mühlenetablissements und der Rollgerstefabriken. Zeitgemäß dargestellt von Richard Thaler, Ingenieur. Mit XVII Tafeln (167 Abb.). 30 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

CCXI. Band. **Die Obstweinbereitung nebst Obst- u. Beeren-Branntweinbrennerei.** Von Antonio dal Piaz. Mit 51 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K = 4 M. 50 Pf.

CCXII. Band. **Das Conserviren des Holzes.** Von Louis Edgar Andés. Mit 54 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 Mark.

CCXIII. Band. **Die Walkecht-Färberei** d. ungesponn. Baumwolle. Enth. die bewährtesten älteren, sowie d. neuesten Färbemeth. über diesen wichtigen Industriezweig, d. genaue Anwend. echter, natürl. u. künstl. Farbstoffe, Oxydations- u. Diazotir-Verf. Von Eduard Herzinger, Färbereitechn. Mitarbeiter verschiedener Fachzeitschriften. Mit 2 Abbild. 6 Bog. 8. Eleg. geh 2 K 20 h = 2 Mark.

CCXIV. Band. **Das Raffiniren des Weinsteines und die Darstellung der Weinsteinsäure.** Mit Angabe der Prüfungsmethoden der Rohweinsteine auf ihren Handelswerth. Für Großindust. sow. f. Weinbauer bearb. v. Dr. H. C. Stiefel Mit 8 Abb. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 20 h = 2 M.

CCXV. Band. **Grundriß der Thonwaaren-Industrie oder Keramik.** Von Carl B. Swoboda. Mit 36 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 Mark.

CCXVI. Band. **Die Brotbereitung.** Umfassend: Die Theorie des Bäckergewerbes, die Beschreibung der Rohmaterialien, Geräthe und Apparate zur rationellen Brotbereitung, sowie die Methoden zur Untersuchung und Beurtheilung von Mehl, Hefe u. Brot. Nebst einem Anhange: Die Einrichtung von Brotfabriken und kleineren Bäckereien. Unter Berücksichtigung der neuesten Erfahrungen u. Fortschritte gesch. von Dr. Wilhelm Bersch. Mit 102 Abb. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

CCXVII. Band. **Milch und Molkereiproducte.** Ein Handbuch des Molkereibetriebes. Umfassend: Die Gewinnung und Conservirung der Milch, die Bereitung von Butter und Käse, Kefir und Kumys und der Nebenproducte des Molkereibetriebes, sowie die Untersuchung von Milch und Butter. Dem neuesten Standpunkte entsprechend dargestellt von Ferdinand Baumeister. Mit 143 Abbild. und 10 Tabellen. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 Mark.

---

CCXXXVIII. Band. **Die vegetabilischen Faserstoffe.** Ein Hilfs- und Handbuch für die Praxis, umfassend Vorkommen, Gewinnung, Eigenschaften und technische Verwerthung, sowie Bleichen und Färben pflanzlicher Faserstoffe. Von Max Bottler. Mit 21 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 M.

CCXXXIX. Band. **Die Fabrikation der Papiermaché- und Papierstoff-Waaren.** Von Louis Edgar Andés. Mit 125 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K 50 h = 5 M.

CCXL. Band. **Die Herstellung großer Glaskörper bis zu den neuesten Fortschritten.** Von Carl Wetzel, Civil-Ingenieur. Mit 104 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 M.

CCXLI. Band. **Der rationelle Betrieb der Essig-Fabrikation und die Controle derselben.** Eine Darstellung der Essig-Fabrikation mit Erzielung der höchsten Ausbeuten, der zweckmäßigsten Einrichtung der Fabriken und des Betriebes unter Vermeidung von Störungen und der Controle derselben. Ferner der Einrichtung des selbstthätigen ununterbrochenen Betriebes und der Essig-Fabrikation mit rein gezüchtetem Fermente. Nach eigenen Erfahrungen veröffentlicht von Dr. Josef Bersch. Mit 68 Abbild. 22 Bg. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 M.

CCXLII. Band. **Die Fabrikation von Stärkezucker, Dextrin, Maltosepräparaten, Zuckerconleur und Invertzucker.** Ein Handbuch für Stärke-, Stärkezucker- und Invertzucker-Fabrikanten. Von Dr. Wilhelm Bersch. Mit 58 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 M.

CCXLIII. Band. **Das Gasglühlicht. Die Fabrikation der Glühnetze.** (»Strümpfe«.) Von Prof. Dr. L. Castellani. Autorisirte Uebersetzung und Bearbeitung von Dr. M. L. Baczewski. Mit 32 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 M.

CCXLIV. Band. **Die Bearbeitung von Glaskörpern bis zu den neuesten Fortschritten.** Von Karl Wetzel, Civil-Ingenieur. Mit 155 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 M.

CCXLV. Band. **Städtische und Fabrikabwässer.** Ihre Natur, Schädlichkeit und Reinigung. Von Dr. H. Haefcke. Mit 80 Abbild. 32 Bog. 8. Eleg. geh. 8 K 80 h = 8 M.

CCXLVI. Band. **Der praktische Destillateur und Spirituosenfabrikant.** Hand- und Hilfsbuch für Destillateure, Liqueur- und Spirituosenfabrikanten. Enthaltend die eingehende Anleitung zur Darstellung und Untersuchung aller Arten von Spirituosen und der genauen Nachbildung aller Liqueure und sonstigen spirituosen Getränke. Nach eigenen Erfahrungen geschildert von August Gaber, geprüfter Chemiker und Destillateur. Mit 67 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 M.

CCXLVII. Band. **Der Gips und seine Verwendung.** Handbuch für Bau- und Maurermeister, Stuccateure, Modelleure, Bildhauer, Gipsgießer u. s. w. Von Marco Pedrotti. Mit 45 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 M.

CCXLVIII. Band. **Der Formaldehyd.** Seine Darstellung und Eigenschaften, seine Anwendung in der Technik und Medicin. Bearbeitet von Dr. L. Vanino und Dr. E. Seitter. Mit 10 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 2 K 20 h = 2 M.

CCIL. Band. **Die Fabrikation des Feldspat-Porzellans.** Für die Praxis bearbeitet und verfaßt von Hans Grimm, Director der Porzellanfabrik in Stadtlengsfeld M. Schweizer in Stadtlengsfeld in Thür. Mit 69 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 3 K 30 h = 3 M.

CCL. Band. **Die Serum-, Bakterientoxin- und Organ-Präparate.** Ihre Darstellung, Wirkungsweise und Anwendung. Für Chemiker, Apotheker, Aerzte, Bakteriologen 2c. dargestellt von Dr. pharm. Max v. Waldheim. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 6 K 60 h = 6 M.

CCLI. Band. **Die keramische Praxis.** Populäre Anleitung zur Erzeugung keramischer Producte aller Art, unter Berücksichtigung der einschlägigen Maschinen und sonstiger Hilfsapparate zur Bereitung von Massen und Glasuren, nebst den erforderlichen Brennöfen. Von J. W. Schamberger. Mit 39 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 4 K 40 h = 4 M.

CCLII. Band. **Die Technik der Kosmetik.** Ein Handbuch der Fabrikation, Verwerthung und Prüfung aller kosmetischen Stoffe und der kosmetischen Specialitäten. Von Dr. Theodor Koller. 20 Bog. 8. Eleg. geh. 5 K 50 h = 5 M.

CCLIII Band. **Die animalischen Faserstoffe.** Ein Hilfs- und Handbuch für die Praxis umfassend Vorkommen, Gewinnung, Eigenschaften und technische Verwendung, sowie Bleichen und Färben thierischer Faserstoffe. Nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft bearbeitet von Max Bottler. Mit 16 Abbild. 16 Bog. 8. Geh. 4 K 40 h = 4 M.

CCLIV. Band. **Die organischen Farbstoffe** thierischen und pflanzlichen Ursprunges und deren Anwendung in der Färberei und Zeugdruckerei. Eine Darstellung der gesammten Baumwoll-, Woll- und Seidenfärber- und Druckerkunst nach dem neuesten Stande der Technik. Für Baumwoll-, Woll- und Seidenfärber und Zeugdrucker, sowie für Farbmaterialien-Händler. Von Albert Berghof, Chemiker Mit 50 Abbild. 27 Bog. 8. Geh. 6 K 60 h = 6 M.

CCLV. Band. **Blattmetalle, Bronzen und Metallpapiere, deren Herstellung und Anwendung.** Von Louis Edgar Andés. Mit 50 Abbild. 22 Bog. 8. Geh. 5 K 50 h = 5 M.

CCLVI. Band. **Die Cyankalium-Laugung von Golderzen.** James Park's »Cyanide-Process of Gold Extraction« frei bearbeitet, vermehrt und eingeleitet von Ernst Victor, Diplom. Ingenieur Autorisirte Ausgabe. Mit Titelbild und 14 Tafeln und 15 Abbild. 15 Bog. 8. Geh. 5 K 50 h = 5 M.

CCLVII. Band. **Die Kunststeine.** Eine Schilderung der Darstellnng aller Arten künstlicher Steinmassen, namentlich der Schwemm-, Schlacken-, Cement-, Gips- und Magnesia-Steine, des künstlichen Marmors, Meerschaum, der feuerfesten Steinmassen, der Filtrirsteine und der künstlichen Schleifsteine, sowie der Asphaltsteine. Für Techniker, Baugewerbetreibende und Künstler. Von Sigmund Lehner. Mit 65 Abbild. 25 Bog. 8. Geh. 6 K 60 h = 6 M.

**Jeder Band ist einzeln zu haben. In eleganten Ganzleinwandbänden, Zuschlag pro Band 90 h = 80 Pf. zu den oben bemerkten Preisen.**

# Die Kunststeine.

Eine Schilderung

der

**Darstellung aller Arten künstlicher Steinmassen,**

namentlich der

Schwemm-, Schlacken-, Cement-, Gips- und Magnesia-Steine, des künstlichen Marmors, Meerschaumes, der feuerfesten Steinmassen, der Filtrirsteine und der künstlichen Schleifsteine,

sowie der Asphaltsteine.

Von

**Sigmund Lehner.**

Mit 65 Abbildungen.




**Wien. Pest. Leipzig.**
A. Hartleben's Verlag.

Druck von Friedrich Jasper in Wien.

# Vorwort.

Seitdem es den Bestrebungen der Chemiker gelungen ist, Massen herzustelleu, welche ursprünglich im flüssigen Zustande in Formen gegossen in diesen zu steinartigen Körpern erhärten, war ihr Ziel weiter darauf gerichtet, diesen Massen eine solche Beschaffenheit zu ertheilen, daß sie der Einwirkung der Witterung, dem Regen und dem Froste Widerstand leisten. Wir haben eine größere Zahl von Körpern, welche diese Eigenschaften besitzen, kennen gelernt und datirt von diesem Zeitpunkte ein großer Umschwung in den Bau- und Kunstgewerben. Ein sehr großer Theil jener Gegenstände, welche früher durch mühsame Handarbeit aus Stein angefertigt werden mußten, wird jetzt durch Gießen aus Massen von den erwähnten Eigenschaften hergestellt und werden dieselben auch für künstlerische Zwecke zur Anfertigung von Bauverzierungen, Säulen, Figuren ꝛc. benützt. Durch die Einführung der Verbindung von Eisenconstruction mit diesen Gußmassen ist man dahin gelangt, Bauwerke von früher unbekannter Festigkeit herzustellen, so daß gegenwärtig große Brücken und Gewölbe aus Kunststein ausgeführt werden.

Außer für Bauzwecke werden künstliche Steinmassen immer mehr und mehr zur Anfertigung von Schmelztiegeln, Filtern, Schleif- und Polirscheiben verwendet und ist es gelungen, Massen herzustellen, welche in ihrem Aussehen und in Bezug auf Farbe vollkommen den edlen Gesteinen, welche für künstlerische Zwecke benützt werden, gleichen. Es ist hierdurch möglich geworden, prachtvoll aussehende Kunstgegenstände auf billigem Wege herzustellen.

*

Die außerordentliche Vielseitigkeit der Vorschriften zur Anfertigung künstlicher Steinmassen und deren mannigfaltige Verwendung in den Gewerben und Künsten haben den Gefertigten veranlaßt, das große Gebiet der Erzeugung von »Kunststeinen« systematisch zu bearbeiten und ist das Ergebniß dieser Arbeit, bereichert durch vielfach eigene Erfahrungen des Verfassers, in dem vorliegenden Buche enthalten. Dasselbe enthält die Beschreibung aller bis in die neueste Zeit bekannt gewordenen Vorschriften zur Herstellung und Verwendung künstlicher Steinmassen und giebt sich der Unterzeichnete der Hoffnung hin, daß sein Werk den Fachleuten ein guter Wegweiser bei ihren Arbeiten sein möge.

**Sigmund Lehner.**

# Inhalts-Verzeichniß.

# I.

# Einleitung.

Als Kunststeine — richtig: künstliche Steine — bezeichnet man im gewöhnlichen Leben Körper, welche aus zerkleinerten Mineralien mit Hilfe von Wasser in eine bildsame Masse verwandelt werden, der man dann entweder nur durch Bearbeiten mit den Händen oder durch Einpressen in Formen eine bestimmte Gestalt ertheilt.

Je nach den klimatischen Verhältnissen der Oertlichkeit, an welchen die künstlichen Steine zur Verwendung kommen sollen, werden die aus der bildsamen Masse geformten Stücke eine verschiedene Behandlung erheischen. Wenn dieselben aus einer erdigen Substanz hergestellt sind, welche zwar mit einer gewissen Menge von Wasser gemischt, bildsam ist, an der Luft aber zu einer harten Masse vertrocknet — eine solche Substanz ist der Lehm — so genügt es für Gegenden, welche ein trockenes Klima besitzen, die geformten Lehmmassen einfach an der Luft auszutrocknen, um hierdurch eine Art von künstlichem Stein zu erhalten, welcher sofort für Bauzwecke verwendbar ist.

Wir finden derartig hergestellte Kunststeine — wohl die roheste Form von künstlichen Steinen, welche wir überhaupt kennen — in unserer Zeit in Aegypten genau in derselben Formen zum Bau der Hütten verwendet, wie wir sie in manchen, viele Jahrtausende alten Ueberresten von Bauwerken in jenem Lande sehen. Aber nicht nur bei Völkern, welche auf einer niederen Stufe der Cultur stehen, begegnen

wir Bauwerken, die aus derartigen rohen Massen, welche den Namen Kunststein kaum verdienen, hergestellt sind; wir finden dieselben auch in Culturländern noch häufig in Anwendung, und zwar ganz besonders in solchen Gegenden, in welchen der Brennstoff hoch im Preise steht, so daß das Ziegelbrennen zu viel kosten würde. Selbstverständlich müssen in Ländern, in welchen atmosphärische Niederschläge häufiger sind, die aus diesen Erdmassen erbauten Häuser durch entsprechende Bedachung gegen die Einwirkung des Wassers geschützt werden.

Unter einem Stein versteht man im gewöhnlichen Leben einen Körper mineralischen Ursprunges, welcher neben großer Härte auch eine große Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung der Atmosphärilien — namentlich gegen das Wasser — besitzt. Ein künstlich dargestellter Stein soll offenbar auch diese Eigenschaften besitzen. Das schon oben erwähnte Mineral — Lehm — ein aus feinem Pulver bestehender Körper, hat die Eigenschaft, mit einer gewissen Menge von Wasser eine sehr bildsame Masse zu geben, und erlangen die aus derselben geformten Körper, wenn man sie langsam an der Luft austrocknen läßt, soviel Festigkeit und Härte, daß sie dem Zerbrechen ziemlich großen Widerstand leisten, sie werden aber in Berührung mit Feuchtigkeit bald wieder weich und zerfallen mit einer größeren Wassermenge zusammengebracht zu Brei.

Wenn man eine geformte und ausgetrocknete Lehmmasse der Glühhitze aussetzt oder »brennt«, so erlangt sie hierdurch Eigenschaften, welche jenen, die ein der Natur entstammender Stein besitzt, gleichkommen, d. h. sie wird hart und widersteht dem Einflusse der Witterung mehr oder weniger in derselben Weise wie ein anderer Stein. Eine geformte, getrocknete und dann gebrannte Lehmmasse muß also mit Recht als ein künstlicher Stein bezeichnet werden.

Die Kunst, auf diese Weise beliebig geformte Steinmassen darzustellen, ist uralt und reicht weit hinter die ältesten geschichtlichen Nachrichten, welche wir besitzen, zurück. Wir kennen gebrannte Ziegel aus den ältesten assyri-

schen, ägyptischen und mexikanischen Bauwerken, und unterscheiden sich dieselben in Bezug auf Form und Ausführung nur wenig von jenen, welche wir anwenden. Außer zum Zwecke der Herstellung von steinartigen Massen, welche zu Bauzwecken verwendet werden, hat man die Eigenschaft der lehmartigen Erden durch Brennen zu Stein zu werden, schon in weit früheren Epochen benützt, um daraus Gefäße zu formen. Man hat Reste von derartigen Producten aus künstlichem Stein in den Pfahlbauten aufgefunden, die aus einer Zeit stammen, in welcher die Menschen noch keine anderen Werkzeuge und Waffen, als solche aus Stein kannten.

In Gegenden, in welchen es an natürlichen Steinen fehlt und lehmige Erden auch nicht erhältlich sind, hat man zu besonderen Auskunftsmitteln gegriffen, um Massen herzustellen, welche wenigstens in einer Beziehung zur Herstellung von steinähnlichen Baustoffen verwendbar sind. Da in solchen Gegenden gewöhnlich Sand in sehr reichlichen Mengen zur Verfügung steht, hat man versucht, demselben durch gewisse Zusätze, wie Ackererde, Torf, Thiermist u. s. w. soviel Bindigkeit zu geben, als erforderlich, um eine formbare Masse zu erhalten, welche nach dem Trocknen noch so fest ist, daß sie bei behutsamer Behandlung nicht zerfällt. Diese sogenannten Sandziegel können selbstverständlich nicht auf die Bezeichnung »künstliche Steine« Anspruch machen; sie sind eben in jenen Gegenden, in welchen es weder Stein noch Lehm giebt, der einzige geringwerthige Nothbehelf, den man für Bauzwecke zur Verfügung hat.

Anschließend an diese sogenannten Sandziegel und Erdziegel sind jene formbaren Massen zu nennen, welche durch Vermischen von Sand, gepulverter Schlacke, von Steinkohlenasche u. s. w. mit Kalkmilch in solcher Menge, daß eine leicht bindende Masse entsteht, hergestellt werden. Wenn man diese Massen der Einwirkung der Luft aussetzt, so vertrocknen sie, indeß sich in ihnen auch ein chemischer Proceß abspielt; durch letzteren wird der Aetzkalk im Laufe der Zeit vollständig in unlöslichen kohlensauren Kalk übergeführt,

während die einzelnen Körnchen von Sand oder Asche mit genügender Festigkeit aneinander gekittet werden, um bei sorgsamer Behandlung nicht zu zerfallen.

Diese Sand- oder Aschen-Kalkziegel bilden gewissermaßen einen Uebergang zu jener Masse, welche wir als Mörtel im gewöhnlichen Sinne des Wortes bezeichnen. Der Mörtel, welcher bekanntlich aus einem Gemische verschiedener Mengen von Sand, gelöschtem Kalk und Wasser besteht, dient in der Baukunst zwar gewöhnlich nur als ein Bindemittel für Stein oder Ziegel, er wird aber im Laufe der Zeit durch langsam sich vollziehende chemische Processe selbst zu einer steinartigen Masse, deren Festigkeit so groß werden kann, daß es beim Abbruche eines alten Gebäudes nicht selten vorkommt, daß die Ziegel eher brechen, bevor der zwischen ihnen liegende Mörtel nachgiebt.

In Folge dieses Verhaltens der Mörtelmassen kann man letztere schon mit einer gewissen Berechtigung zu den künstlichen Steinen rechnen und werden thatsächlich solche aus Mörtel und gewissen Zusätzen dargestellt. Auch diese Art der Herstellung künstlicher Steine ist schon vor uralter Zeit in Anwendung gebracht worden, wie aus der Beschaffenheit vieler Bauwerke, deren Alter nach vielen Jahrhunderten geschätzt werden muß, mit Bestimmtheit entnommen werden kann.

Während die geformten Lehmmassen dem Brennen unterworfen werden müssen, um wirklich zu steinartigen Massen zu werden, und die dem Mörtel ähnlichen Gemische sehr langer Zeiträume bedürfen, um genügende Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung der Atmosphärilien zu gewinnen, kennen wir eine zwar nicht große Anzahl von Körpern, welche die Eigenschaft besitzen, in fein gepulvertem Zustande mit Wasser zu einem Brei angerührt, nach einiger Zeit dickflüssig zu werden und endlich zu steinartigen Massen zu erhärten, welche sich den Atmosphärilien gegenüber mehr oder weniger wie Stein verhalten, d. h. im Laufe der Zeit mehr oder weniger unter dem zersetzenden Einflusse des Wassers und der Luft zu leiden haben.

In dieser Beziehung waren schon in alter Zeit gewisse Erden, welche aus vulcanischen Gegenden stammen, hoch berühmt, wie die bekannte Erde von Puzzuoli in der Nähe von Neapel, welche, mit einer gewissen Menge von gelöschtem Kalk angerührt, binnen kurzer Zeit in eine steinartige Masse überging, welche an Festigkeit und Härte allmählich zunahm. Nebst der Puzzuolanerde lernte man später auch noch andere Erden kennen, welche ähnliche Eigenschaften besitzen, wie diese und gehört der sogenannte Traß zu denselben. Man bezeichnet Erden, welche Eigenschaften besitzen, wie die vorgenannten, allgemein als natürliche Cemente, zum Unterschiede von den künstlichen Cementen.

Man ist nämlich durch das Studium der Zusammensetzung der natürlichen Cemente allmählich dahin gelangt, durch Mischen der Pulver verschiedener, erst gebrannter und dann gemahlener Mineralien Massen herzustellen, welche sich beim Anrühren mit Wasser in ähnlicher Weise verhalten, wie die natürlichen Cemente: sie bilden mit diesem einen immer steifer werdenden Brei, welcher binnen kurzer Zeit zu Stein wird. Da man es bei der Herstellung der Mischungen für künstliche Cemente vollständig in der Hand hat, die Verhältnisse so zu stellen, daß die Bildung der steinartigen Verbindungen in vollkommener Weise vor sich geht, so übertreffen die künstlichen Cemente die natürlichen in jeder Beziehung: sie sind gleichartiger und liefern festere Steinmassen.

Da man dem Cementbrei sehr bedeutende Mengen von fremdem Körpern, wie Sand, Schotter, Steinbrocken u. s. w. zusetzen kann, ohne daß die Härte und Widerstandsfähigkeit der festgewordenen Masse hierdurch beeinträchtigt wird, so liefern die künstlichen Cemente unter allen in dieser Beziehung in Betracht kommenden Körpern das beste Material zur Herstellung von künstlichen Steinmassen und macht man von denselben eine immer steigende Anwendung für bautechnische, gewerbliche und Kunstzwecke.

Ein an vielen Orten häufig vorkommendes Mineral, der Gips, besitzt die Eigenschaft, nach dem Erhitzen und

Mahlen, mit Wasser zu einem Brei angerührt, nach einer ziemlich kurzen Zeit wieder in eine feste steinartige Masse überzugehen, welche zugleich die feinsten Erhöhungen und Vertiefungen einer Form, in welche man den Brei gegossen hat, wiedergiebt. Wenn der Gips mit dieser Eigenschaft die große Widerstandsfähigkeit gegen den Einfluß des Wassers und der Luft verbinden würde, so wäre er ein Material, welches zur Herstellung künstlicher Steine ebenso geeignet wäre, wie die besten Cemente. Leider zeigt der Gips aber nur wenig Widerstandsfähigkeit gegen die Atmosphärilien, und es ist aus diesem Grunde seine Anwendung zur Herstellung künstlicher Steinmassen nur eine beschränktere. Man kann übrigens dem Gips durch Anwendung gewisser Kunstgriffe eine solche Widerstandsfähigkeit gegen die Atmosphärilien geben, daß er erst nach verhältnißmäßig langer Zeit unter den Angriffen der Witterung leidet.

Außer den im Vorstehenden erwähnten Mineralkörpern, welche entweder allein oder gemengt mit anderen zur Herstellung von steinartigen Massen verwendet werden können, kommt noch eine Reihe von chemischen Präparaten in Betracht, welche zu den künstlichen Steinmassen gerechnet werden müssen, und von denen manche eine ziemlich ausgedehnte Anwendung in den Gewerben und Künsten erlangt haben. Man nennt auch diese Massen im Allgemeinen Cemente; um sie aber von den gewöhnlichen Cementen, welche stets einen gewissen Kalkgehalt besitzen, zu unterscheiden, bezeichnet man sie nach dem basischen Körper, welcher in ihnen die Stelle des Kalkes vertritt, und nennt sie demnach Magnesiacemente und Zinkoxydcemente. Wenn wir nun eine Eintheilung der uns zu Gebote stehenden Körper versuchen, aus denen wir Massen von steinartiger Beschaffenheit herzustellen im Stande sind, so ergiebt sich Folgendes:

Lehm im weitesten Sinne des Wortes; eine erdige Masse, der Hauptsache nach aus einer Verbindung von Thonerde mit Kieselsäure bestehend, benützbar zu lufttrockenen Ziegeln und zu gebrannten Ziegeln oder Backsteinen.

Kalk in der Bedeutung des durch Glühen von Kalkstein erhaltenen Calciumoxydes oder Aetzkalkes, der durch Behandlung mit Wasser gelöscht, in gelöschten Kalk oder Calciumhydroxyd übergeführt wird.

Natürliche Cemente, das sind erdartige Massen, welche mit Kalk und Wasser angerührt, eine breiige Masse ergeben, welche sowohl an der Luft als unter Wasser allmählich zu einem steinartigen Körper wird.

Künstliche Cemente. Feinpulverige Mischungen, welche durch Brennen und Mahlen verschiedener Mineralien hergestellt werden und in Berührung mit Wasser ein ähnliches Verhalten zeigen, wie die natürlichen Cemente.

Gips, ein Mineral, welches, nachdem es auf eine gewisse Temperatur erhitzt wurde, mit Wasser eine breiartige, rasch erhärtende Masse liefert.

Magnesiacement und Zinkoxydcement, das sind Massen, welche durch Zusammenbringen von Magnesiumoxyd oder Zinkoxyd mit verschiedenen Chemikalien ebenfalls sehr fest werdende steinartige Massen bilden.

Steinmassen von besonderer Zusammensetzung. Für gewisse gewerbliche Zwecke sucht man formbare Massen, welche später erhärten, herzustellen und bezeichnet sie ebenfalls als Steinmassen oder Kunststeine. Sie verdienen diese Bezeichnung jedoch nicht, indem sie zum großen Theil aus organischer Substanz bestehen und durch Hitze zerstört werden. Massen dieser Art werden in außerordentlich großer Mannigfaltigkeit dargestellt und bestehen aus feinem Sägemehl, Cellulose, gemischt mit Kreidepulver, Magnesia, Specksteinpulver u. s. w., welche Körper durch ein Bindemittel, wie Leim, Traganth, Käsestoff, Albumin u. s. w. in eine formbare Masse verwandelt werden, welche, nachdem sie erhärtet ist, eine ziemlich große Festigkeit annimmt und sich mit Werkzeugen in ähnlicher Weise wie Holz bearbeiten läßt.

Zu den Steinmassen von eigenartiger Zusammensetzung sind noch mehrere Besonderheiten zu rechnen, wie der so-

genannte künstliche Merschaum, die Glyceringießmassen und endlich jene schon als kunstgewerbliche Fabrikate zu bezeichnenden Massen, welche als künstlicher Marmor und als Stuckmarmor und als Terrazzo (römische Mosaik) bekannt sind. Zur Herstellung der drei letztgenannten künstlichen Steinmassen wird noch eine ganze Reihe von Chemikalien verwendet, welche entweder dazu dienen, das Product härter, glänzender und haltbarer zu machen, oder es in jener Farbe erscheinen zu lassen, welche dem nachzuahmenden Gesteine eigenthümlich ist. Man hat es in dieser Beziehung thatsächlich schon soweit gebracht, Kunstmarmor herzustellen, welcher in Bezug auf Zeichnung, Farbe und Glanz nicht vom echten Marmor unterschieden werden kann, sondern sich nur durch seine inneren Eigenschaften vom echten Marmor unterscheiden läßt.

---

II.

# Die zur Fabrikation künstlicher Steine dienenden Rohstoffe und deren Zubereitung.

Aus dem in der Einleitung über die zur Herstellung künstlicher Steinmassen erforderlichen Körper Gesagten ergiebt sich schon, daß die Zahl jener Körper, welche zur Anfertigung der Kunststeine verwendbar sind, eine sehr bedeutende genannt wird. Mit Rücksicht auf diese große Zahl der Rohstoffe erscheint es nothwendig, dieselben in gewißem Sinne einzutheilen und ihre Eigenschaften — soweit sie für uns in Betracht kommen — zu erörtern. Wir können die Rohstoffe in folgender Weise eintheilen.

Thone aller Art — Materialien, welche mit Wasser ungemein bildsame Massen bilden, die nach dem Austrocknen zwar ihre Form beibehalten, aber nur geringe Festigkeit

besitzen; sie werden jedoch durch Glühen (Brennen) zu festen unveränderlichen steinartigen Massen.

Cemente, zum Theile schon fertig in der Natur vorkommend, in weitaus größerer Menge aber auf künstlichem Wege dargestellte Mischungen, welche die Eigenschaft haben, mit Wasser angerührt, einen Brei zu bilden, der nach einiger Zeit in einen sehr harten steinartigen Körper übergeht.

Mörtel, Gemenge aus Kalk, Wasser und Sand, welche an der Luft nur langsam erhärten und erst nach langer Zeit steinartige Beschaffenheit annehmen.

Gips, ein Mineral, welches durch Erhitzen auf eine bestimmte Temperatur die Eigenschaft erlangt, beim Anrühren mit Wasser eine schnell erhärtende Masse zu bilden.

Außer diesen vier Hauptgruppen von Körpern, welche für unsere Zwecke dienlich sind, kommen noch sehr viele andere bei der Anfertigung von künstlichen Steinen zur Verwendung, und kann man dieselben als Füllkörper, Härtungsmaterialien und Farbstoffe bezeichnen.

Füllkörper nennen wir jene Körper, welche dazu verwendet werden, um eine Masse herzustellen, die nur eine gewisse Menge von eigentlicher zu Stein werdender Substanz enthält, welche in diesem Falle als Bindemittel dient. Als Füllkörper verwendet man die verschiedenartigsten Mineralien — vom feinsten Wellsande angefangen bis zu faustgroßen Steinbrocken — je nach der Art der herzustellenden Kunststeine.

Härtungsmaterialien sind jene Körper, welche man den Cement-, beziehungsweise Gipsmassen zusetzt, um hierdurch Massen zu erhalten, welche beim Festwerden einen größeren Grad von Härte und Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einwirkungen annehmen.

Farbstoffe dienen in der Kunststein-Fabrikation dazu, um den meist gelb, roth, oder grün erscheinenden Massen andere Farben als die genannten zu ertheilen. Die Farbstoffe werden theils in Form von Pulvern angewendet und wirken dann ähnlich wie fein vertheilte Füllkörper, theils werden die färbigen Körper erst durch gewisse chemische

Processe in den äußeren Schichten der vorher ganz fertiggestellten Kunststeine hergestellt.

Was die Zubereitung der eigentlichen Massen für Kunststeine betrifft, so besteht dieselbe gewöhnlich in einer sehr weitgehenden Zerkleinerung der Substanzen, welche immer in Form eines feinen Mehles angewendet werden müssen. Bei manchen, die schon von Natur aus ungemein feine Pulver bilden, wie viele Thone, bezweckt man mit der mechanischen Bearbeitung nicht so sehr das Zerkleinern der Masse als die Beseitigung von Fremdkörpern, welche sich oft in sehr reichlicher Menge im Thon vorfinden: der Zerkleinerungsproceß läuft hier also eigentlich auf einen Reinigungsproceß hinaus.

Da bei der Fabrikation von künstlichen Steinen sehr bedeutende Mengen von Materialien zur Verarbeitung kommen, so müssen hierfür entsprechende maschinelle Vorrichtungen: Schlämmapparate, Steinbrechmaschinen, Mühlen, u. s. w. in Anwendung gebracht werden und erfordert auch das Formen der künstlichen Steine selbst eine Reihe mechanischer Vorrichtungen, welche wir in unserem Werke, den verschiedenen Hauptconstructionen nach, zu besprechen haben.

---

## III.

# Der Thon.

Die unter dieser allgemeinen Bezeichnung in einer sehr großen Zahl von Varietäten vorkommenden Mineralien sind secundäre Producte, d. h. sie sind durch Zersetzung anderer Mineralien entstanden. Da bei der Umwandlung dieser Mineralien in Thon letzterer immer in Form eines sehr zarten Pulvers gebildet wird, welches durch Wasser leicht

fortgetragen wird, so findet man den Thon nur in Ausnahmsfällen an jener Stelle, an welcher er entstand, sondern meistens an secundären Lagerstätten, an Orten aus denen er sich im ruhigen Wasser zu Boden gesetzt hat. Dieser Umstand ist es auch, welcher die großen Verschiedenheiten in der Beschaffenheit der Thone mit sich bringt und hängt letztere von der Beimengung fremder Körper ab.

Reinster Thon entsteht durch Verwitterung von Feldspat und bildet eine rein weiße erdige Masse, welche als Porzellanthon oder Kaolin bezeichnet wird. Wurde dem Wasser, in welchem der reine Thon aufgeschlämmt war, Pulver von anderen Mineralien beigemengt, so senkten sich diese mit den Thontheilchen zu Boden und bildeten sich auf diese Art die verschiedenen Varietäten des Thones. Da die Abscheidung der Thone auf dem Grunde größerer Süß- oder Salzwasserbecken erfolgte, so enthält eine große Zahl von Thonarten unzählige Einschlüsse, welche aus den Schalen von Muschelthieren und Schnecken bestehen. Da man in den aus verschiedenen Fundorten stammenden Thonsorten sehr verschiedene Mengen fremder Beimengungen findet, so besteht zwischen den einzelnen Varietäten keine scharfe Grenze, sondern lassen sich von einer zur anderen die verschiedensten Uebergänge nachweisen. Die nachfolgend angeführten Varietäten sind daher keine Mineralien von feststehender Zusammensetzung, sondern nur als Vertreter besonderer Typen anzusehen.

## Die Thonarten.

Ziegelthone sind in der Regel sehr unreine Thone, welche immer eine gewisse Menge von Eisenoxyd enthalten und in Folge dessen nach dem Brennen eine mehr oder weniger rothe Farbe annehmen. Außerdem enthalten diese Thone noch bis zu 25 Procent Kalk. In Bezug auf ihre physikalischen Eigenschaften gehören diese Thone zu den leicht schmelzbaren, d. h. sie schmelzen schon in der Weißgluth zu glasartigen Mengen zusammen.

Bolus. Manche Thonsorten enthalten so reichliche Mengen von Eisenoxyd, daß sie hierdurch nach dem Brennen dunkelroth bis braun erscheinen. Diese von Natur aus gefärbten Thone lassen sich durch entsprechendes Mischen mit hellfarbigen Thonsorten zu Massen verarbeiten, welche nach dem Brennen ganz bestimmte Farben zeigen und für die Fabrikation von Kunststeinen sehr vortheilhaft sind.

Lehm (Löß) ist Thon, welcher oft zur Hälfte aus Sand, zur anderen Hälfte aus einem Gemische von Thon, Kalk und Eisenoxyd besteht. Der Lehm ist oft nur nach mühevoller Vorbereitung zur Herstellung plastischer Massen gut geeignet, bildet aber einen sehr schweren Ackerboden.

Mergel werden in zwei Untervarietäten getheilt; der Thonmergel besteht aus 50—75 Procent Thon und 25 bis 50 Procent Kalk, welchem bis zu 5 Procent Sand beigemengt ist. Wenn der Kalkgehalt über die angegebene Grenze hinausgeht, so bezeichnet man den Mergel als Kalkmergel. Mit dem steigenden Kalkgehalte nimmt die Bildsamkeit der Masse stark ab; um daher Kalkmergel verarbeiten zu können, muß man ihn mit einem sehr kalkarmen Thone mischen, so daß der Kalkgehalt bedeutend herabgemindert wird.

Schlick oder Schlich ist eine Thonart, welche als hauptsächlichsten Nebenbestandtheil Glimmer enthält, welcher so fein vertheilt ist, daß es nicht möglich ist, ihn durch Schlämmen von dem Thon zu trennen; man verarbeitet den Schlick ebenfalls nur mit reineren Thonsorten gemengt.

Reiner Thon, Kaolin oder Porzellanerde, erscheint in Form einer rein weißen erdigen Masse, welche in der Hitze unserer Oefen nicht schmilzt, vollkommen feuerfest ist und mit Wasser einen nur wenig bildsamen mageren Teig bildet. Der reine Thon ist eine Verbindung von feststehender Zusammensetzung und besteht aus kieselsaurem Aluminiumoxyd oder kieselsaurer Thonerde in Verbindung mit Wasser $(Al_2O_3)_3(SiO_3)_3 + 6\,H_2O$. Wir haben in jeder, auch der unreinsten Thonvarietät diese Verbindung vor uns, und werden die Eigenschaften der letzteren durch die Art und Menge der beigemengten fremden Körper beeinflußt.

## Die Eigenschaften der Thone.

Der reine Thon besteht, wenn man ihn durch starke Vergrößerungsgläser betrachtet, aus ungemein kleinen Kügelchen. Mischt man Thon mit Wasser, so werden die Räume zwischen den einzelnen Kügelchen mit Wasser ausgefüllt und erstere können sich in der Flüssigkeit leicht hin- und herbewegen, so daß eine vollständig bildsame oder plastische Masse entsteht, d. h. eine solche, welche sich in jede beliebige Form bringen läßt. Eine mit Wasser angemachte Thonmasse, welche man in der Luft liegen läßt, wird in Folge der Verdunstung von Wasser immer zäher, endlich ganz hart und verringert hierbei ihr Volumen in bedeutendem Maße.

In dem dünnen Thonbrei befinden sich die Thontheilchen in gewisser Entfernung voneinander, der zwischen ihnen vorhandene Raum ist durch Wasser erfüllt; in dem Maße, in welchem das Wasser durch Verdunstung weniger wird, rücken die Thontheilchen einander näher, die Masse wird kleiner, sie »schwindet«. Ist endlich alles Wasser verdunstet, so berühren die Thontheilchen einander wieder und das Ganze ist zu einer harten Masse geworden. Da lufttrockener Thon mit großer Hartnäckigkeit Wasser zurückhält und dieses erst in der Glühhitze vollständig vertrieben wird, so findet beim Glühen oder Brennen einer Thonmasse abermals eine beträchtliche Schwindung statt. Wenn es sich daher darum handelt, einen thönernen Gegenstand von genau bestimmter Größe herzustellen, so muß man denselben ursprünglich um soviel größer machen, als er beim nachfolgenden Trocknen und Brennen kleiner wird. Man bezeichnet diesen Unterschied als das Schwindmaß und muß dasselbe für jeden Thon, den man in Arbeit nimmt, sorgfältig bestimmen.

Die am häufigsten vorkommenden Verunreinigungen des Thones sind Kalk und Sand (Kieselsäure). Der Kalk, welcher gewöhnlich als kohlensaurer Kalk vorhanden ist, verliert beim Brennen seine Kohlensäure und verbindet sich

mit der Kieselsäure. Diese Verbindung ist aber in starker Glühhitze schmelzbar, und nehmen die Thone durch die zwischen den Thontheilchen vorhandene glasartige Masse eine bedeutende Festigkeit an. Wenn aber Kalk und Kieselsäure in bedeutenden Mengen vorhanden sind, so kann der Fall eintreten, daß die Thonmasse, d. i. kieselsaures Aluminiumoxyd, sich mit dem kieselsauren Kalk zu einem sogenannten Doppelsilicate verbindet, d. i. zu einer wirklich ein Glas darstellenden Masse, welche in sehr starker Glühhitze vollständig geschmolzen ist.

Beim Brennen von Thonmassen wird die Temperatur nie so hoch gesteigert, daß dieser Fall eintreten könnte; es kommt aber nicht selten dazu, daß der Thon oberflächlich schmilzt oder verglast; manche Ziegeln, die sogenannten Klinker, haben ihr glänzendes, glattes Aussehen durch eine Verglasung erhalten. In gewissen Fällen, bei der Herstellung der feinsten Thonwaaren, Porzellan will man sogar eine solche durchgreifende Verglasung eintreten lassen. Man mischt daher dem in unseren Oefen vollkommen unschmelzbaren Porzellanthon Quarzpulver (d. i. Kieselsäure) und Feldspat bei. In der Gluth des Porzellanofens schmilzt der Feldspat und bildet mit dem Quarze eine farblose Masse, in welcher die einzelnen Kügelchen des Porzellanthones eingebettet liegen. In Folge dieser Beschaffenheit des Porzellans erscheint dasselbe in dünneren Stücken stark durchscheinend, und unterscheidet sich hierdurch wesentlich von allen anderen Thonwaaren.

Thone, welche wenig fremde Beimengungen enthalten, namentlich arm an Kalk sind, besitzen einen hohen Grad von Strengflüssigkeit und sind daher zur Darstellung von künstlichen Steinmassen, wie sie zur Ausmauerung von Feuerungen, Schmelzöfen und zu Schmelztiegeln verwendet werden, sehr geschätzt. Man sucht solche an und für sich schon ungemein schwierig schmelzbare Thone noch dadurch feuerfester zu machen, daß man sie mit viel Kieselsäure mischt, welche in unseren Oefen überhaupt nicht geschmolzen werden kann.

## Schlämmen des rohen Thones.

In der Thonwaarenindustrie wird Thon nie so verarbeitet, wie er in der Natur vorkommt, sondern er wird immer einer Zubereitung unterworfen, deren mehr oder minder sorgfältige Ausführung von der Qualität der herzustellenden Waare abhängt. Thon, welcher zur Anfertigung gewöhnlicher Mauerziegel oder gemeinen Töpfergeschirres verwendet werden soll, wird nur wenig gereinigt; Thon, welcher zur Anfertigung kunstkeramischer Waaren, ornamentirten Platten u. s. w. dienen soll, muß selbstverständlich einer sehr sorgfältigen Vorbereitung unterworfen werden, um aus ihm eine gleichförmige bildsame Masse zu erhalten. Um sich überhaupt über die Brauchbarkeit eines Thones für gewisse Zwecke Aufschluß zu verschaffen, muß man denselben einer Reihe von Proben unterwerfen und kann sich erst aus den Ergebnissen dieser Proben ein klares Bild darüber machen, wozu der betreffende Thon überhaupt verwendet werden kann. Die in Rede stehenden Proben werden gewöhnlich in folgender Weise vorgenommen: 1. Sieben, 2. Schlämmen, 3. Formen, 4. Trocknen (Schwindungsproceß), 5. Brennen (Schwindungs- und Farbeproben).

Das Sieben ist eine vorläufige mechanische Prüfung, welche zu dem Zwecke vorgenommen wird, um annähernd die Art und Menge der dem Thone beigemengten Fremdkörper zu bestimmen. Man wiegt 100 Kgr. des Thones, wie er aus der Grube kommt, ab, zerkleinert ihn auf einer festen Unterlage, und löst mit der Hand alle größeren Fremdkörper, wie Steintrümmer oder größere Versteinerungen, aus. Der Thon wird dann zu grobem Mehl zerdrückt und treibt man dieses durch eine Reihe von Sieben, von denen das nächstfolgende immer feinmaschiger ist. Man erhält hierdurch aus dem untersten feinsten Siebe endlich eine feinpulverige Masse, welche zwar noch nicht reiner Thon ist, aber bei weiterer Verarbeitung solchen geben kann. Man kann nun die auf den Sieben hinterbliebenen Körper wägen und erhält dann ein oberflächliches Bild der Verunreinigungen

der betreffenden Thonmasse und scheidet die Fremdkörper etwa folgendermaßen aus:

| | |
|---|---|
| Große Fremdkörper (Steine) . | 1·5 Kgr. |
| Grober Sand . . . . . . . . | 2·4 » |
| Feiner » . . . . . . . . | 3·0 » |
| Feinster » . . . . . . . | 1·6 » |
| Siebmehl . . . . . . . . . | 91·5 » |
| | 100·0 Kgr. |

Die erhaltenen 91·5 Kgr. Siebmehl sind aber keineswegs als reiner Thon zu betrachten, sondern aus einem Gemische von Thontheilchen und Fremdkörpern, welche so klein sind, daß sie auch noch durch das feinstmaschigste Sieb durchgehen können. Das Mikroskop giebt für den Geübten schon viel Aufschluß über die mineralische Beschaffenheit dieser Fremdkörper; man erkennt z. B. leicht Kalkkrystalle und Quarzkrystalle an ihrem Aussehen und Glanz; Eisenoxyd erscheint unter dem Mikroskope in Form brauner Knollen, Magneteisenstein in Gestalt hübscher stahlgrauer Oktaëder, Schwefelkies in Form goldglänzender Würfel oder Oktaëder u. s. w.

Ein weit genaueres Bild von der Beschaffenheit eines Thones erhält man jedoch durch die Schlämmprobe. Die Schlämmprobe gründet sich darauf, daß in einer Flüssigkeit feste Körper umso länger schwebend bleiben, je geringer ihr specifisches Gewicht ist und je kleiner die Theilchen der betreffenden Körper sind. Für viele Zwecke der Praktiker ist es hinreichend, eine Probeschlämmung auf folgende Art vorzunehmen. Man wiegt genau 2 Kgr. des zu untersuchenden Thones ab, bringt ihn in einen Kübel, übergießt ihn mit 10 Liter Wasser und läßt das Ganze während einiger Stunden in Ruhe stehen, damit der Thon vollständig durchnäßt werde. Man rührt dann mit einem flachen Stabe eine Minute lang in dem Kübel tüchtig um, überläßt durch zwei Minuten der Ruhe und gießt dann durch vorsichtiges Neigen des Kübels die trübe Flüssigkeit so vollständig als

möglich von dem Bodensatze in einen zweiten Kübel. In diesem wird die Flüssigkeit wieder eine Minute lang gerührt, nach zwei Minuten andauernder Ruhe vom Bodensatze durch Abgießen in einen dritten Kübel gebracht u. s. w.

Der Bodensatz in dem ersten Kübel wird aus den größten Fremdkörpern (Steinen) und aus den specifisch schwersten (Magneteisen- und Schwefelkieskrystallen) bestehen; die Bodensätze in den folgenden Kübeln werden von immer zarterer Beschaffenheit sein, und sich meistens schon im fünften oder sechsten Kübel nur mehr als eine zarte Schlammmasse aus Thon und sehr feinem Mineralmehl bestehend abscheiden. Durch Trocknen und Wägen der in den einzelnen Kübeln abgelagerten Massen erhält man die Ergebnisse des Probeschlämmens in Procenten ausgedrückt.

## Der Schlämmapparat.

Um ganz genaue Ergebnisse zu erhalten, reicht man mit einer in so oberflächlicher Weise ausgeführten Schlämmprobe nicht aus, sondern muß sich eines besonderen Schlämmapparates, des sogenannten Piezometers, d. h. Druckmesser, bedienen, dessen Einrichtung aus den Abbildungen Fig. 1, 2, 3 hervorgeht.

Der Apparat wird in der Weise gehandhabt, daß man die in dem Schlämmtrichter, Fig. 1, befindliche Substanz (Thon) der Einwirkung eines Wasserstromes von genau bekannter Geschwindigkeit aussetzt. Zuerst giebt man dem Wasserstrome die geringste Geschwindigkeit, führt hierdurch die leichtesten Theilchen des Thones fort und läßt sie in einem besonderen Gefäße sich absetzen; dann folgt ein rascher fließender Wasserstrom, der etwas gröbere Theile mit sich nimmt, und so fort bis in dem Schlämmtrichter, dessen Länge etwa 40 Cm. beträgt, nur mehr größere Sandtheile und Steinchen zurückbleiben.

Die Geschwindigkeit des aus dem Behälter C (Fig. 3) kommenden Wasserstromes wird durch das Piezometer (in Fig. 2 vergrößert dargestellt) geregelt. Das Piezometer ist

ein zweimal geknicktes Glasrohr von etwa 160 Cm. Höhe; der aufsteigende Theil trägt eine Eintheilung verschiedener Art, und zwar ist der

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Raum | von | 1 | zu | 5 | Cm. | in | Millimeter |
| » | » | 5 | » | 10 | » | » | viertel Centimeter |
| » | » | 10 | » | 50 | » | » | halbe » |
| » | » | 50 | » | 100 | » | » | ganze » |

getheilt.

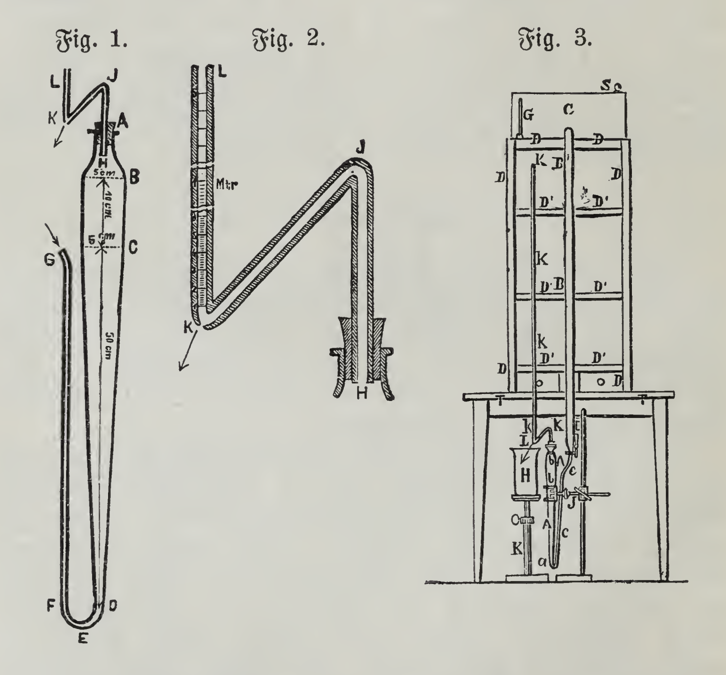


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Die untere Knickung des Piezometers besitzt die Ausströmungsöffnung K, deren Durchmesser $1^1/_2$—$1^2/_3$ Mm. beträgt und zur Abfuhr des mit den Schlämmproducten beladenen Wassers dient.

Man verwendet Thon, welcher zerdrückt und durch Sieben von den größten Fremdkörpern getrennt wurde, rührt

100 Gr. desselben mit Wasser an, und gießt die Flüssigkeit in den Schlämmtrichter. Läßt man durch Oeffnen des Hahnes E aus C Wasser in das Schlämmrohr fließen, so wird dieses allmählich das Gefäß anfüllen, und bei K anfangen, auszuströmen. Man stellt nun den Hahn E so, daß im Piezometer ein gewisser Ueberdruck stattfindet und bleibt dieser Ueberdruck unverändert derselbe, solange E in der gleichen Stellung verbleibt.

Bei Beginn der Arbeit giebt man nur sehr geringen Ueberdruck, z. B. daß die Fortbewegung der Flüssigkeit in dem Apparat nur 0·2 Mm. in der Secunde beträgt und unterhält diesen Druck solange, bis bei C nur mehr ganz klares Wasser abläuft. Es sind dann durch das Wasser alle Theilchen, deren Größe so gering ist, daß sie durch einen Wasserstrom von 0·2 Mm. in der Secunde fortgeführt werden können, in dem betreffenden Auffanggefäße gesammelt sind.

Man erhöht nunmehr die Geschwindigkeit des Wasserstromes um ein Geringes, erhält dann wieder ein aus etwas größeren Theilchen als das erstgewonnene bestehendes Schlämmproduct und kann auf diese Weise die ganze Thonmasse in beliebig viele Antheile von verschiedener Korngröße zerlegen.

Man schneidet gleich große Papierfilter, bestimmt das Gewicht eines Filters, sammelt das in einem Auffangsgefäße enthaltene Schlämmproduct in dem Filter und geht mit jedem Schlämmproducte in dieser Weise vor. Dieses Filter wird dann sammt dem Inhalte genau gewogen, und von dem gefundenen Gewichte das Gewicht des Filters in Abrechnung gebracht. Die sich ergebende Zahl zeigt sofort an, wieviel Procente der betreffende Thon von einer gewissen Korngröße enthält. Die Korngröße der einzelnen Theilchen giebt schon Anhaltspunkte für die Art der Substanz, aus welcher das jeweilige Schlämmproduct der Hauptmasse nach besteht. Es zeigen nämlich in der Regel die Körnchen folgende Größenverhältnisse:

| Substanz | Durchmesser der einzelnen Körnchen |
|---|---|
| Reiner Thon . . . . . . . . . | weniger als 0·01 Mm. |
| Schlich (Schlief) . . . . . . . . | von 0·01—0·02 » |
| Sand, Staub . . . . . . . . . | » 0·02—0·04 » |
| » feiner . . . . . . . . . | » 0·04—0·20 » |
| » grober . . . . . . . . . | mehr als 0·20 » |

Aus dem Feinheitsgrade der einzelnen Schlämmproducte läßt sich ziemlich leicht ermitteln, wie weit man einen Thon reinigen muß, um ihn für gewisse Zwecke verwenden zu können und ist es zweckmäßig, an die Schlämmprobe gleich jene Probe zu schließen, welche auf die Mengen der dem Thone zu gebenden Zusätze Bezug hat. Diese Zusätze können sehr verschiedener Art sein, z. B. sehr feiner Quarzsand, Glasmehl, Porzellanmehl, Korundpulver, Carborundum, dienen für künstliche Schleifsteine, andere mineralische Zusätze, um den Thon beim Brennen zum Verglasen zu bringen, z. B. Kalk oder Kieselsäure oder beide Körper, endlich zum Zwecke der Herstellung farbiger Massen eine Anzahl mineralischer Farbstoffe, wie Eisenoxyd, Ocker, Braunstein u. s. w.

Da diese Zusätze auf die Bildsamkeit der Thonmasse, ferner auf das Schwinden derselben beim Trocknen, sowie auf das Verhalten der Masse beim Brennen wesentlichen Einfluß nehmen, müssen diese Zusätze gemacht werden, ehe man die Formungs-, Trocknungs- (Schwindungs-) und Brennproben anstellt. Um die Eigenschaften des zur Verarbeitung gegebenen Thones in dieser Richtung auch für sich allein kennen zu lernen, muß man diese Proben auch mit dem reinem Thone selbst ausführen.

## Die Formprobe.

Die Ausführung dieser Probe hat den Zweck, den Grad der Schwindung festzustellen, welchen eine Thonmasse

beim Austrocknen und Brennen erleidet. Da sich Thonmassen, denen absichtlich fremde Körper, z. B. färbend wirkende Pulver zugesetzt werden, in Bezug auf die Schwindungsgröße anders verhalten, als reiner Thon, muß man auch diese Massen auf ihre Schwindung untersuchen. Wir führen die Formproben nach folgenden Verfahren aus:

Der zu untersuchende Thon, welcher soweit gereinigt — geschlämmt sein muß, als es zur Verarbeitung erforderlich ist, wird mit soviel Wasser angerührt, als nothwendig ist, um eine Masse zu erhalten, welche den genügenden Grad von Bildsamkeit besitzt; durch Kneten macht man die Masse vollständig gleichförmig. Zur Herstellung der zur Probe dienenden Formstücke verwenden wir einen quadratischen Rahmen, welcher innen genau 100 Mm. mißt und 20 Mm. hoch ist. Dieser Rahmen liegt auf einem entsprechend großen Blechstücke, wird gleichmäßig mit der weichen Thonmasse angefüllt und diese oben glatt gestrichen. Die in dem Rahmen eingeformte Thonplatte hat sonach 100 Mm. zur Seite, 20 Mm. zur Höhe und ein Cubikausmaß von 220 Cbcm.

Man stellt die Rahmen sammt ihrer Unterlage in einem Raume auf, welcher eine gleichförmige Temperatur von 20—25 Grad C. besitzt, und läßt sie dort einige Wochen stehen, bis man annehmen kann, daß die Thonmasse vollständig lufttrocken geworden ist. In Folge der Schwindung löst sich die Thonmasse von den Seiten des Rahmens los und nimmt auch an Höhe ab. Die Platte zeigt nun nicht mehr die ursprüngliche Masse von 100 und 20 Mm., sondern zeigt der Abgang die Schwindung an, welche die Thonmasse beim Austrocknen erlitten hat. Die Platten werden dann dem Brande unterworfen, wobei sie abermals schwinden, und zeigt die Abnahme der Ausmaße die Schwindung durch das Brennen an.

Wenn man farbige Thonmassen, wie man sie z. B. zur Anfertigung farbiger Pflasterplatten anwendet, auf ihre Schwindung untersuchen will, so geht man in folgender Weise vor: Man giebt dem Formrahmen eine Höhe von 17 oder 18 Mm. und füllt ihn mit der ungefärbten Thon=

masse aus; sodann wird auf diesen Rahmen ein zweiter gelegt, welcher 3 oder 2 Mm. hoch ist, und die farbige Thonmasse aufgetragen. Man erhält auf diese Weise eine Thonplatte, die aus einer 17 oder 18 Mm. hohen Schichte ungefärbten und einer 3 oder 2 Mm. hohen Schichte gefärbten Thones zusammengesetzt ist, und bezüglich des Austrocknens und Brennens in der oben angegebenen Weise behandelt wird.

## Die Brennprobe.

Bei der Brennprobe handelt es sich um die Ermittelung mehrerer Eigenschaften des zu verarbeitenden Thones, und zwar, um das schon erwähnte Schwindmaß, ferner um die Farbenänderung und endlich bei Thonen, welche zu gewissen Zwecken verwendet werden sollen, um das Verhalten in hohen Temperaturen. Die Farbenänderung, welche die Thone beim Brennen erleiden, ist auf chemische Vorgänge zurückzuführen. Manche Thone, welche in ungebranntem Zustande sehr dunkelfarbig sind, zeigen nach dem Brennen eine Hellfärbung. Solche Thone sind durch organische Substanz gefärbt, welche durch das Glühen vollständig zerstört wird. Viele Thone zeigen eine grüne oder blaugraue Färbung, die nach dem Brennen in ein helles Gelb, ein fahles Lederbraun oder in ein mehr oder weniger intensives Roth übergeht.

Wenn die Farbenänderung des Thones ein helles Gelb bis Lederbraun ist, so hat der Thon schon ursprünglich kleine Mengen von Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat enthalten, welche nach dem Brennen der an sich weißen Thonmasse die genannte Färbung ertheilen. Wenn sich die Farbe des ursprünglich grünlichen oder bläulichen Thones eben in Roth umändert, so beweist dies, daß der Thon eine Eisenoxydulverbindung enthielt, welche durch Sauerstoffaufnahme in das stark rothfärbende Eisenoxyd überging. Die gewöhnlich an den Mauerziegeln wahrnehmbare Färbung, das »Ziegelroth«, rührt von dem Gehalte des Thones an Eisenoxyd her.

Es ist mit keinen großen Schwierigkeiten verbunden, Thone zu erhalten, welche nach dem Brennen weiß oder nur ganz schwach gelblich gefärbt sind; die sogenannten Pfeifenthone gehören hierher und kann man solche Thone verwenden, um in sehr einfacher Weise Thone herzustellen, welche nach dem Brennen ganz bestimmte Farben zeigen. Wenn z. B. der zur Verfügung stehende Thon nach dem Brennen eine satt ziegelrothe Farbe zeigt, so kann man durch Zumischen entsprechender Mengen weißen Thones eine ganze Stufenreihe von rothen Farben darstellen, und lassen sich derartige Thone von bestimmten Farben sehr gut zur Herstellung von Thonwaaren, die zu Zierzwecken dienen sollen, verwenden, z. B. für Verblendsteine, mehrfarbige Pflaster, zur Anfertigung von Standbildern und anderen kunstgewerblichen Ausführungen.

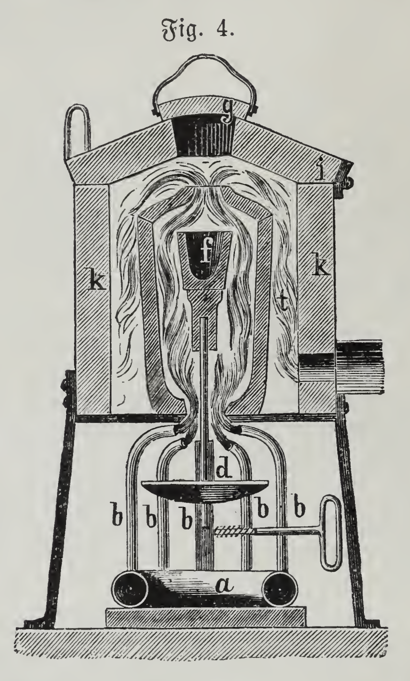
## Die Schmelzprobe.

Die Brennprobe hat nicht nur für die Bestimmung der Schwindungsgröße und die Farbenänderung Bedeutung, sondern ist in hervorragender Weise wichtig, wenn es sich darum handelt, den Thon zur Herstellung besonders harter Massen, wie selbe für künstliche Schleifsteine oder besonders feuerfeste Körper zu verwenden. Es genügt in diesem Falle nicht, den Thon soweit zu erhitzen, bis er zu einer harten Masse wird — ein Zustand, welcher schon bei starker Rothgluth eintritt, sondern man muß den Thon bis auf die höchsten Temperaturen, die man überhaupt in unseren Oefen erreichen kann, erhitzen. Wenn man einen Porzellanofen zur Verfügung hat, kann man diese Probe in dem Scharffeuerraume desselben ausführen; für die zahlreichen Proben, welche man oft mit verschiedenen Thonmischungen vorzunehmen hat, ist es aber weit bequemer, sich eines Probeschmelzofens zu bedienen, in welchen man binnen wenigen Minuten kleine Mengen von Thon bis zu der Temperatur, in welcher Stahl schmilzt (1700—1800 Grad C. und noch darüber) zu erhitzen im Stande ist. Die Einrichtung eines für

derartige Proben sehr geeigneten Apparates ist aus Fig. 4 ersichtlich.

Auf einer Eisenplatte, welche von drei oder vier eisernen Füßen getragen wird, sitzt ein sehr dickwandiger Cylinder K, aus feuerfestem Thone und auf diesem ein

Fig. 4.




schwachkegelförmiger Deckel, welcher um eine Angel drehbar ist. In der Mitte dieses Deckels befindet sich eine runde Oeffnung, welche durch einen abhebbaren Deckel g geschlossen ist. In der Mitte des Cylinders K steht ein großer Schmelztiegel aus feuerfestem Thon, der von einem durchlochten Deckel bedeckt ist und dessen Boden einen kreisrunden Ausschnitt zeigt. Durch diesen Ausschnitt ragt ein lothrecht stehender Porzellanstab, welcher oben einen cylindrischen Kopf trägt, in den Tiegel, und wird auf diesen

Kopf ein kleiner Tiegel f aus Porzellan oder Platin, der zur Aufnahme der Probesubstanz dient, gestellt. Dieser Tiegel kann mit Hilfe des aus der Abbildung ersichtlichen Getriebes gehoben oder gesenkt werden, um ihn genau an jene Stelle des Apparates zu bringen, an welcher die höchste Temperatur herrscht. Die Schale d, welche aus Blech angefertigt ist, hat den Zweck, bei allfälligem Springen des Tiegels f den herabfließenden Inhalt aufzufangen.

Die Beheizung dieses Schmelzofens erfolgt mittelst Leuchtgas. Man führt dieses mittelst eines Schlauches in das weite, ringförmige Rohr a, auf welchem sechs bis zehn Heizbrenner sitzen. Die Flammen treten durch die Oeffnung im Boden des großen Tiegels in das Innere desselben, umspülen den Tiegel f, treten aus der Oeffnung des Deckels hinauf, umgeben den Tiegel und strömen die Verbrennungsgase durch das rechts unten an K angebrachte Abzugsrohr, welches in einen gut ziehenden Schornstein mündet, ab.

Wie sich aus dem Wege, welchen die Feuergase nehmen müssen, ergiebt, wird der große Tiegel sowohl innen als außen erhitzt und steigt demzufolge die Temperatur in f binnen kurzer Zeit zur heftigsten Weißgluth. Um unmittelbar nach Erreichung einer bestimmten Temperatur den Tiegel f aus dem Ofen heben zu können, umgiebt man ihn mit einer Schlinge aus Platindraht, welcher über g hervorragt und kann so innerhalb einiger Secunden einen Tiegel ausheben und durch einen anderen ersetzen, ohne den Gang des Apparates unterbrechen zu müssen. In dem einmal angewärmten Apparate vollziehen sich dann die Schmelzungen bei geringem Gasverbrauch in sehr kurzer Zeit.

Man beginnt die Proben damit, daß man zuerst den reinen Thon für sich der Erhitzung unterwirft, um zu sehen, bei welcher Temperatur derselbe überhaupt schmilzt. Um annähernd den Schmelzpunkt bestimmen zu können, legt man neben dem Tiegel f kleine Stücke von Kupfer, Gußeisen,

Stahl oder Schmiedeeisen und unterbricht die Operation, wenn das Metall in Tropfenform in die Schale d herabfällt.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kupfer | schmilzt | bei | etwa | 1000 | Grad | C. |
| Gußeisen | » | » | » | 1400—1500 | » | » |
| Stahl | » | » | » | 1600—1700 | » | » |
| Schmiedeeisen | » | » | » | 1700—1800 | » | » |

Ist die Thonprobe noch nicht geschmolzen, wenn Gußeisen schmilzt, so liegt demnach der Schmelzpunkt über 1500 Grad C., wenn er über jenem des Schmiedeeisens liegt, so beträgt die zum Schmelzen dieses Thones erforderliche Temperatur über 1800 Grad C. und ist derselbe schon in hohem Maße feuerfest.

Das Aussehen der geschmolzenen Thonprobe ist meistens jenes einer trüben grün oder braungefärbten Schlacke; wenn die Schmelze hell, stark durchscheinend und von glasartiger Beschaffenheit ist, so zeigt dies schon an, daß der Thon Kalk und Kieselsäure in ziemlich bedeutender Menge enthalten müsse, denn die geschmolzene Masse besteht thatsächlich aus einem Thonerde-Kalk-Silicate oder Thonerde-Kalkglas. Aus Thon von dieser Beschaffenheit lassen sich sehr häufig auf keinerlei Art Massen von etwas größerer Feuerfestigkeit herstellen.

Da man Thone, welche zufolge eines zu großen Kalkgehaltes nicht genügend feuerfest sind, leicht auf ziemlich billige Weise von dem Ueberschuß an Kalk befreien kann, ist es auch möglich, solche Thone ziemlich feuerfest zu machen. Zur Beseitigung des Kalkes behandelt man den geschlämmten Thon mit roher, verdünnter Salzsäure; diese löst den Kalk und gewisse Mengen von Eisenverbindungen auf. Der Thon wird hierdurch feuerfest und müssen Schmelzproben ergeben, wie viele Procente man diesem gereinigten Thone von ungereinigtem zusetzen kann, um eine genügend feuerfeste Masse zu erhalten.

Durch Kieselsäure läßt sich ebenfalls die Feuerfestigkeit der von Kalk befreiten Thone erhöhen und ist hierin auch ein gutes Mittel gegeben, um die Menge des Materiales zu vergrößern. Als Kieselsäure für die Versuchsproben kann man Pulver von Bergkrystall anwenden, welches man leicht erhalten kann, wenn man Bergkrystall zum Glühen erhitzt, glühend ins Wasser wirft und dann pulvert. Wenn man reinen Wellsand aus großen Flüssen zur Verfügung hat, läßt sich auch dieser verwenden.

Man stellt die Proben mit Kieselsäure in der Weise an, daß man sich 95 Thon, 5 Kieselsäure, 90 Thon, 10 Kieselsäure (dem Gewichte nach) u. s. w. herstellt und diese in dem Probeofen erhitzt. Jene Proben, welche bei der Schmelzhitze des Schmiedeeisens noch keine Sinterung oder Anzeichen des Glasigwerdens zeigen, müssen als vollkommen feuerfest bezeichnet werden, und eignen sich die betreffenden Gemische von Thon und Kieselsäure vortrefflich zur Anfertigung von Steinen für Feuerungen, Schmelzöfen oder Schmelztiegeln. Jene Proben, welche bei dieser Temperatur nur schwach sintern, aber dabei eine große Härte annehmen, sind besonders zu Schleifsteinen geeignet.

Es ist bei diesen Proben zu bemerken, daß man zwar mit dem Zusatze von Kieselsäure zum Thone immer soweit gehen könnte, um eine ganz feuerfeste Masse zu erhalten, daß aber letztere dann in vielen Fällen für technische Zwecke keinerlei Verwendbarkeit hätte. Wenn man nämlich mit dem Zusatze von Kieselsäure über ein gewisses Maß hinausgeht, so nimmt die Festigkeit der Mischung nach dem Brennen sehr stark ab, und man erhält Massen, welche zwar hart, aber auch so spröde sind, daß sie durch einen Schlag mit einem Hammer in Stücke springen. Ein Schleifstein, welcher aus einer solchen zu spröden Masse hergestellt ist, würde bei rascher Umdrehung früher oder später durch die Fliehkraft in Stücke gerissen werden.

Wir kommen hier auf eine Thatsache, welche bei allen Mischungen von Thon mit anderen Mineralien wohl in Betracht gezogen werden muß, und welche das Vermögen

des Thones, die Fremdkörper nach dem Brennen miteinander zu verbinden, betrifft. Man bezeichnet diese Eigenschaft des Thones als das Bindevermögen oder die bindende Kraft des Thones.

## Die Bestimmung des Bindevermögens.

Das Bindevermögen eines Thones kann nur durch unmittelbare Versuche ermittelt werden und verwendet man als Fremdkörper für diese Versuche stets Quarzmehl. Wir verfahren hierbei auf folgende Weise: Man stellt Gemische aus 99 Gewichtstheilen Thon, 1 Gewichtstheil Quarzmehl, 98 Thon, 2 Quarz, 97 Thon, 3 Quarz u. s. w. dar, formt aus denselben Scheiben, welche kreisrund sind, 20 Cm. Durchmesser, 1—2 Cm. Dicke und in der Mitte eine quadratische Oeffnung von 2 Cm. zur Seite besitzen, also die Form eines Schleifsteines haben. Diese Scheiben werden sorgfältig ausgetrocknet und dann gebrannt. Die gebrannten Scheiben werden mittelst einer Lupe auf das Genaueste untersucht und ungleichförmige Stücke, oder solche, welche rissig sind, als zu dem Versuche unbrauchbar, ausgeschieden. Die verwendbaren Stücke werden nebeneinander auf eine quadratische Axe festgekeilt und mit dieser in eine Schwungmaschine, welche eine sehr rasche Umdrehung ermöglicht, eingespannt. Zum Schutze gegen die beim Reißen einer Scheibe abgeschleuderten Stücke werden die Scheiben mit einem zweitheiligen Eisenmantel umgeben.

Die Schwungmaschine, die mit einem Apparate verbunden ist, welcher die Anzahl der in einer Secunde erfolgten Umdrehungen verzeichnet, wird nunmehr in Umdrehung gesetzt und die Geschwindigkeit allmählich gesteigert. Sobald eine der auf der Axe steckenden Scheiben, welche mit Nummern bezeichnet sind, in Folge der sich entwickelnden Fliehkraft reißt, was man an dem Anschlagen der Bruchstücke an den Eisenmantel wahrnimmt, stellt man die Schwungmaschine ab, verzeichnet neben der Nummer der zerrissenen Scheibe auch die Umdrehungszahl, welche anzeigt, wann

das Bindevermögen der Masse von der Fliehkraft überwunden wurde, und setzt den Versuch weiter fort, bis man endlich an der Grenze der Leistungsfähigkeit der Schwungmaschine, welche etwa 6000 Umdrehungen in der Minute beträgt, angelangt ist.

Man kann daher mit voller Sicherheit annehmen, daß die Mischungen aller Scheiben, welche bei der genannten Umdrehungsgeschwindigkeit unverändert blieben, solche sind, welche die Bindekraft des Thones nicht schädigen und daher ohne Gefahr zur Herstellung von Mischungen für künstliche Steine, namentlich für Schleifsteine verwendbar sind. Hat sich z. B. aus den Versuchen ergeben, daß alle Scheiben, welche mehr als 75 Procent Quarzmehl enthielten, zersprangen oder doch rissig wurden, so muß das Verhältniß 75 Quarzmehl — oder eines anderen indifferenten Körpers — und 25 Thon als die Grenze des Bindungsvermögens angenommen werden. In der Praxis wird man dann vorsichtshalber nicht über das Verhältniß 70 : 30 hinausgehen.

Da die Bindungsfähigkeit des Thones Hand in Hand mit der Festigkeit der Kunststeinmasse geht, so ist das erwähnte Verfahren der Bestimmung der Bindungsfähigkeit auch für jene Fälle anwendbar, in welche eine Kunststeinmasse in Bezug auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen das Zerdrücktwerden (Pfeiler, Säulen, Fundamente für Maschinen) oder gegen das Zerbrechen (Tragsteine, Brückenbogen) geprüft werden soll. Wir fügen noch bei, daß sich diese Prüfungsart nicht blos auf die Bindungsfähigkeit solcher Kunststeinmassen, welche mittelst Thon hergestellt werden, beschränkt, sondern ebenso für künstliche Steinmassen verwenden läßt, zu deren Bereitung Cement, Gips oder ein anderes Bindemittel benützt wurde.

## Die Bildsamkeit oder die Plasticität.

Eine mit dem Bindungsvermögen ebenfalls in innigem Zusammenhange stehende Eigenschaft der Thone ist die Bildsamkeit oder Plasticität, d. h. jene Eigenschaft, welche

auf die Leichtigkeit, mit welcher der Thon eine beliebige Form annimmt, Bezug hat. Die Bildsamkeit eines Thones steht nicht mit der Reinheit desselben in unmittelbarer Beziehung — der reinste Thon, die Porzellanerde, ist sogar nur in geringem Grade bildsam, sie ist »mager« — und sind in der Regel jene Thone, welche gewisse Mengen Kalk enthalten jene, welche am bildsamsten sind.

Man kann die Bildsamkeit eines Thones auf folgende einfache Art ermitteln: Aus dem Thone wird eine Kugel von 5 Cm. Durchmesser geformt, hierauf auf eine Platte aus Spiegelglas gelegt und mit einer zweiten Platte aus Spiegelglas bedeckt. Neben den Spiegeltafeln ist ein Maßstab angebracht, mit dessen Hilfe man den Abstand beider Platten genau feststellen kann. Mittelst einer Schraube drückt man die obere Spiegelplatte langsam nieder und plattet hierdurch die Kugel ab, welche endlich anfängt, an den Rändern rissig zu werden, und zeigt diese Erscheinung an, daß die Grenze der Bildsamkeit überschritten ist. An dem Maßstabe kann man die Zahl ablesen, welche anzeigt, um wie viele Millimeter die Kugel zusammengedrückt werden konnte, bis sie rissig wurde. Diese Zahl dient dann zur Vergleichung der Bildsamkeit der reinen Thone selbst, als auch der aus ihnen dargestellten Massen für Kunststeine.

Je bildsamer eine Thonmasse ist, je »fetter« der Thon ist, wie des Technikers Ausdruck lautet, desto geeigneter ist sie zur Herstellung von künstlichen Steinen, d. h. desto größere Mengen fremder Körper können dem Thone beigemengt werden, ohne daß hierdurch die Bindungsfähigkeit und die Bildsamkeit beeinträchtigt werden und der Thon zu »mager« wird. In der Keramik, in welcher man von den Magerungsmitteln eine sehr bedeutende Anwendung macht, kommen sehr verschiedenartige Körper zur Verwendung je nach dem Zwecke, welchen man anstrebt.

## Die Magerungsmittel.

Zur Darstellung der feinsten Kunststeinmasse, d. i. das Porzellan, bedient man sich als Magerungsmittel des

Quarz- und Feldspatpulvers, mitunter auch außerdem einer gewissen Menge von Kreide. In der hohen Temperatur des Porzellanofens geben Kreide und Quarz mit dem Feldspat ein ungemein strengflüssiges Glas, welches den unschmelzbaren Porzellanthon einschließt, und kommt durch die Einlagerung der unzähligen weißen Thonkügelchen in diese farblose Masse das durchscheinende Aussehen des Porzellans zu Stande. In Bezug auf alle Eigenschaften, welche man von einer Kunststeinmasse beanspruchen kann: Härte, Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen und Einwirkungen chemischer Agentien könnte man keine zweite Masse zusammensetzen, welche dieser besser entsprechen würde, als das Porzellan, und ist es nur der hohe Preis des Porzellans, welcher dasselbe für allgemeine gewerbliche Zwecke unverwendbar macht.

Mit Bezug auf die Zwecke, welche man mit dem Zusatz von Magerungsmitteln zu einem Thone verfolgt, kann man dieselben etwa in folgende Gruppen bringen: Magerungsmittel, welche die Schwerschmelzbarkeit des Thones erhöhen, und solche, welche bewirken, daß die aus der Masse dargestellten Gegenstände ein geringes Gewicht besitzen. Als Magerungsmittel der ersten Gruppe verwendet man vor Allem die in unseren Oefen gänzlich unschmelzbare Kieselsäure in sehr verschiedenen Formen, ferner Scherben von gebrannten Gegenständen aus sehr feuerfesten Thonen oder sogenannte Chamotte oder Schamotte, ausgelaugte Steinkohlenasche, Magnesia oder Graphit.

Als Magerungsmittel, welche dazu dienen, um besonders leichte Kunststeinmassen für Gewölbebauten u. s. w. herzustellen, wendet man organische Körper an, welche beim Brennen der Thonmassen entweder verbrennen oder doch verkohlen: gesiebte Holzsägespäne, kurzgeschnittenes Stroh (Häckerling) u. s. w. — Jene Massen, welche aus Thon und organischen Substanzen, welche geringes Gewicht haben, hergestellt werden, ohne jedoch gebrannt zu werden, wie die sogenannten Korksteine, Häckselsteine u. s. w., können eigentlich nicht zu den künstlichen Steinen im engeren Sinne des

Wortes gerechnet werden, da ihnen viele wesentliche Eigenschaften der letzteren fehlen. Wir werden diese »Steine« daher gesondert von den eigentlichen Kunststeinen zu schildern haben.

Da die Magerungsmittel nicht nur für die aus Thon anzufertigenden Massen, sondern überhaupt für die Herstellung sehr verschiedenartiger Kunststeinmassen von großer Bedeutung sind, müssen wir dieselben etwas eingehender beschreiben.

## Die Kieselsäure in ihren verschiedenen Varietäten.

Die sehr harte und vollständig feuerfeste Kieselsäure findet sich in der Natur ungemein häufig verbreitet und in sehr verschiedenen Varietäten vor, welche sich sowohl in Bezug auf ihr physikalisches als chemisches Verhalten sehr wesentlich voneinander unterscheiden. Was das chemische Verhalten betrifft, kennen wir die sogenannte unlösliche und die lösliche Kieselsäure. Die unlösliche Kieselsäure, zu welcher alle krystallisirten Varietäten gehören, wird von Alkalien: Kali, Natron, Kalk nur dann angegriffen, wenn sie in fein vertheiltem Zustande mit denselben bei sehr hoher Temperatur zusammentrifft; sie bildet dann mit den genannten Körpern Salze, sogenannte Silicate, welche farblos und sehr hart sind, sich durch große Widerstandsfähigkeit auszeichnen, und gewöhnlich als Gläser bezeichnet werden.

Die lösliche Kieselsäure — alle nicht krystallisirten Varietäten der Kieselsäure gehören hierher — zeichnet sich dadurch aus, daß sie schon von kochender Kali- oder Natronlauge leicht gelöst wird und ist aus diesem Grunde nicht zur Herstellung von Kunststeinen geeignet, welche chemischen Agentien Widerstand leisten sollen. Wir werden aber solche Compositionen kennen lernen, in welchen diese Eigenschaften der löslichen Kieselsäure nicht von Nachtheil sind.

Unlösliche Kieselsäure kommt in der Natur in reinster Form als farbloser Bergkrystall vor. Bisweilen ist der Bergkrystall gefärbt (durch Beimengung meist sehr kleiner

Mengen fremder Körper) und heißt die violette Varietät Amethyst, die gelbe Citrin, die rauchbraune Rauchtopas, die schwarze Morion u. s. w. Kieselsäure, welche zwar deutlich krystallisirt ist, aber die Krystalle einzeln nicht deutlich erkennen läßt, heißt Quarz oder Quarzit und wird je nach der Färbung als reiner Quarz oder Milchquarz (weiß), Rosenquarz (rosenroth) u. s. w. bezeichnet.

Da der Quarz für sich allein als Felsmasse vorkommt und auch ein nie fehlender Bestandtheil mancher krystallisirter Gesteine ist — Granit, Gneis, Glimmerschiefer Sandstein u. s. w. enthalten alle Quarz — so ist es selbstverständlich, daß der Sand von Flüssen, welche aus solchen Gebirgen kommen, Quarz als den härtesten unter den Gemengtheilen der genannten Felsarten enthalten muß. Da der Quarz unter diesen Gemengtheilen nicht nur der härteste, sondern auch zugleich jener ist, welcher die größte Widerstandsfähigkeit gegen die chemische Einwirkung des Wassers besitzt, so ist es begreiflich, daß der Sand sehr großer Ströme, welche aus quarzführenden Gebirgen kommen, sehr reich an Kieselsäure ist und man mitunter Lager von Wellsand findet, welche fast aus ganz reinem Quarzmehl, d. i. in chemischer Beziehung aus unlöslicher Kieselsäure bestehen.

Kieselsäure von dieser Beschaffenheit ist ein zur Anfertigung von Kunststeinen sehr werthvolles Mineral, indem es keiner weiteren Zerkleinerung bedarf. Durch die Schmelzprobe kann man sich sehr leicht Auskunft über die chemische Beschaffenheit eines Wellsandes verschaffen. Mancher Wellsand enthält nämlich Beimischungen von Glimmer und Kalk und man kann das erstgenannte Mineral schon mit der Lupe deutlich unterscheiden. Wenn man den Sand etwa eine Stunde lang der höchsten Hitze, welche der Probeofen zu geben vermag, aussetzt und derselbe zeigt dann keine Spur vom Backen oder Sintern, so kann man den Sand als rein betrachten. Wenn Kalk oder Magnesia oder auch Feldspatpulver zugegen ist, so kann durch diese ein Sintern der Masse hervorgebracht werden; die aus dem umgestülpten Tiegel genommene Masse behält die Form des Tiegels bei

und kann erst durch Anwendung eines gewissen Druckes zerbröckelt werden. Der Kalk bildet nämlich mit der Kieselsäure ein Silicat, der Feldspat schmilzt und bewirken dann diese glasartigen Körper das Zusammenbacken der Quarzkörner. Wir finden in der Natur in den sogenannten Sandsteinen ein Vorbild für die Herstellung von künstlichen Steinen aus Quarz. Diese Steine bestehen aus mehr oder minder feinem Quarzsand, welche meistens durch Kalk zu einer festen dichten Masse verbunden wurden. Solche Sandsteine, welche ein sehr feines Korn haben, d. h. durch Verkittung sehr feinen Quarzsandes entstanden sind, besitzen in Folge dieser Eigenschaft die Eignung zur Anfertigung von zarten Bildhauerarbeiten und leisten in Folge ihrer chemischen Beschaffenheit den Einwirkungen der Witterung großen Widerstand.

Die in der Natur in Form der Mineralien Opal und Kieselsinter, letzterer als Absatz aus manchen heißen Quellen vorkommende lösliche Kieselsäure hat für die Fabrikation von Kunststeinen wenig Bedeutung, während die sogenannte Kieselguhr, Tripel oder Infusorienerde eine große Wichtigkeit für unseren Fabrikationszweig besitzt. Es ist bekannt, daß sehr viele Gräser und Seggen ihre rasche harte Oberfläche einer Ausscheidung von Kieselsäure verdanken; in den Knoten des Bambus finden wir sogar mitunter faustgroße Massen, welche aus einer Substanz bestehen, die der Hauptsache nach aus Kieselsäure und Zucker zusammengesetzt ist, der sogenannte Bambuszucker oder Tabaschir.

## Die Kieselguhr.

Eine große Zahl von niederen Wasserpflanzen, die sogenannten Panzeralgen oder Kieselalgen besitzt ein Gerippe, welches fast aus ganz reiner Kieselsäure besteht. Nach dem Absterben der Pflanze hinterbleibt dieser Kieselpanzer und bildet an manchen Orten mächtige Lager einer erdartig aussehenden Substanz, welche man als Kieselguhr, Tripel oder (unrichtige Weise) als Infusorienerde be-

zeichnet. Die Kieselguhr erscheint als eine weiße oder schwach bräunliche Erde, welche vollkommen mager ist, d. h. gar keine Bildsamkeit besitzt und nach dem Trocknen zu einem ungemein feinen Mehle zerfällt. Wie wir in den folgenden Darstellungen sehen werden, läßt sich die Kieselguhr in vorzüglicher Weise zur Anfertigung verschiedener Kunststeinmassen verwenden; da sie fast nur aus Kieselsäure besteht, ist die Kieselguhr ein vollkommen feuerfestes Material.

## Gebrannter Thon und Chamotte.

Jeder Thon, welcher genügend auf mechanischem Wege gereinigt und gebrannt wurde, kann als Magerungsmittel für fetten Thon verwendet werden und erhöht die Feuerfestigkeit des letzteren bis zu einem gewissen Grade; gleichzeitig wird auch die Schwindung des Thones hierdurch vermindert. Es wird aus diesem Grunde gebrannter Thon vielfach zur Herstellung von Kunststeinmassen verwendet und wird für kunstkeramische Arbeiten besonders Mehl von alten Ziegeln als werthvoller Körper verwendet.

Als Chamotte bezeichnet man das Mehl von stark gebranntem feuerfesten Thon und verwendet zur Darstellung desselben die feuerfesten Steine aus abgebrochenen Kesselfeuerungen, zerbrochene Brennkapseln für Porzellan u. s. w. Wenn von diesen Körpern nicht genügende Mengen zur Verfügung stehen, stellt man Chamotte auch directe durch Brennen von feuerfestem Thon und Mahlen der gebrannten Masse dar.

## Graphit.

Das Mineral Graphit kommt an manchen Orten in ziemlich großen Lagern vor und besteht der Graphit aus der hexagonal krystallisirten Modification des Kohlenstoffes, welche eisenschwarze glänzende Massen darstellt. An und für sich läßt sich Graphit in der Weißgluth an der Luft verbrennen, ohne daß es jedoch möglich ist, ihn zum Schmelzen zu bringen. Mengt man fein gemahlenen und geschlämmten

Graphit einem Thon bei, so kann er höchstens in den obersten Schichten der Masse verbrennen, wenn diese zum Glühen erhitzt wird, nicht aber im Inneren, wo er durch die Thonmasse gegen Luftzutritt geschützt wird. Man kann daher durch Zusatz einer entsprechenden Menge von Graphit zu einem Thon, Massen herstellen, deren Feuerfestigkeit außerordentlich groß ist und verwendet solche Gemische hauptsächlich zur Anfertigung von Schmelztiegeln, welche sehr hohen Temperaturen ausgesetzt werden sollen.

Wenn man einem Thon blos ein billiges Magerungsmittel zusetzen will, bei welchen es aber weder auf Feuerfestigkeit noch auf die Schönheit der Färbung ankommt, läßt sich die Asche von Steinkohle mit Vortheil verwenden. Dieselbe muß aber entsprechend zubereitet werden und geschieht dies dadurch, daß man sie zuerst durch ein feines Sieb gehen läßt, um alle Schlacken und unverbrannten Kohlentheilchen zurückzuhalten und dann solange mit Wasser behandelt, als von demselben lösliche Stoffe gelöst werden.

Der Thon unter Anwendung der verschiedenen, hier angeführten Zusatzkörper bildet eines der wichtigsten Materialien zur Herstellung von künstlichen Steinen. Wir sehen hier ganz von der Anwendung des Thones zur Fabrikation von Geschirren und gewöhnlichen Mauersteinen ab, und wollen hier nur noch in Kürze erwähnen, daß die Darstellung von absolut feuerfesten Massen für Schmelzöfen, Schmelztiegel u. s. w., sowie jene von künstlichen Schleifsteinen nur unter Anwendung von Thon als eigentliche Bindemasse möglich ist und sich auf diese Art Massen darstellen lassen, welche sowohl mechanischen als chemischen Einwirkungen den größten Widerstand entgegensetzen.

---

IV.

# Die Cemente.

Als Cemente oder hydraulische Mörtel im allgemeinen Sinne des Wortes können wir jene Massen bezeichnen, welche in Berührung mit Wasser unter Bildung gewisser Silicate allmählich in eine feste Masse von steinartiger Beschaffenheit übergehen und im Laufe der Zeit eine immer größere Härte annehmen. Die Ansichten über die Vorgänge, welche zur Bildung von Cementen führen und welche beim Erhärten der letzteren stattfinden, sind zur Zeit noch getheilt; als feststehend lassen sich aber folgende Sätze annehmen, welche für unsere Zwecke hinreichen, um uns zu einem Verständnisse über das Wesen der Cemente zu führen.

1. Wenn wir lösliche Kieselsäure mit gebranntem Kalk und Wasser zusammenbringen, so bilden beide Körper mit dem Wasser eine chemische Verbindung, welche man als Kalkhydro-Silicat bezeichnen kann. Diese Verbindung nimmt allmählich die Beschaffenheit einer steinartigen Masse an.

2. Beim Mischen von Thonerde und Kalk in gewissen Verhältnissen und Brennen (Glühen) des Gemisches, ergeben sich Massen, welche mit Wasser angerührt, allmählich erhärten. Die hierbei entstehende Verbindung besteht aus einem Kalkhydro-Aluminate.

3. An gewissen Orten kommen in der Natur Lager von Kieselsäure und kieselsaurer Thonerde, in welchen die Kieselsäure in löslichem Zustande enthalten ist, vor. Bringt man diese Mineralien gebrannt und gemahlen mit Kalk und Wasser zusammen, so entsteht eine zu Stein werdende Masse, welche sowohl Kalkhydro-Silicat als Kalkhydro-Aluminat enthält. Man bezeichnet derartige Massen als natürliche Cemente.

4. Die in vorstehendem Absatze angegebenen Verhältnisse, welche wir schon in der Natur vorfinden, lassen sich

auch künstlich herbeiführen, indem man gewisse Thone mit Kalkstein in entsprechenden Verhältnissen mischt und brennt, wodurch man Massen erhält, welche sich in Berührung mit Wasser in physikalischer und chemischer Beziehung ebenso verhalten, wie die natürlichen Cemente: sie werden zu steinartigen Körpern, in welchen sich die Verbindungen Kalkhydro-Silicat und Kalkhydro-Aluminat vorfinden. Man nennt diese Cemente künstliche Cemente oder hydraulischen Kalk und wird gegenwärtig das künstlich dargestellte Product in überwiegender Menge, sowohl für Bauzwecke als zur Fabrikation von Kunststeinmassen angewendet. Die künstlichen Cemente werden nach Art ihrer Darstellung in verschiedene Sorten unterschieden, und zwar sind es hauptsächlich die folgenden Abarten, welche gewöhnlich im Handel vorkommen:

Hydraulischer Kalk dargestellt durch Brennen von thonarmen Kalkmergeln, wobei man aber die Temperatur nur soweit steigert, daß eben alle Kohlensäure ausgetrieben wird. Der hydraulische Kalk kommt gewöhnlich als sehr feines Mehl von hellgelber bis grauer Farbe in den Handel. Mit Wasser zusammengebracht, bildet er einen Brei, der ohne besondere Erwärmung immer dickflüssiger und endlich — oft erst nach 24 Stunden — ganz fest wird. Bringt man hydraulischen Kalk, nachdem er »abgebunden« hat, d. h. nachdem der das Erhärten bedingende chemische Vorgang erfolgt ist, in Wasser, so nimmt im Laufe der Zeit die Härte und Festigkeit der Masse bedeutend zu.

Roman-Cemente werden aus thonreichen Kalkmergeln durch Brennen dargestellt und wird das Erhitzen nur soweit fortgesetzt, daß die Masse noch nicht zu sintern anfängt. Die Roman-Cemente sind Pulver von gelber bis brauner Farbe; mit Wasser angerührt, beginnen sie sehr bald abzubinden, und zwar unter Erwärmung. Die einmal festgewordenen Massen müssen in Bezug auf ihr Volumen unverändert bleiben und sich nicht vergrößern, »treiben«, oder gar zu Pulver zerfallen.

Portland-Cement wird aus entsprechend gewählten Gemischen von thon- und kalkhältigen Mineralien oder auch aus Thon-Kalkmergeln, deren Zusammensetzung schon von Natur aus jener eines Cementes entspricht, hergestellt. Man brennt die Massen bei hoher Temperatur, so daß Sinterung eintritt und verwandelt sie dann in Mehl. Dieses ist, wenn auch fein, doch aus scharfkantigen Theilchen bestehend, von gelber, grünlicher oder grauer Farbe, bindet mit Wasser ziemlich rasch, ändert dann sein Volumen nicht mehr und zerfällt nicht. In Berührung mit Wasser nimmt Portland-Cement im Laufe der Zeit eine außerordentlich große Festigkeit und Härte an.

Gemischte Cemente sind Gemenge aus verschiedenen Cementen und fremden Mineralien (Zuschlägen) bestehend, welche zu feinem Pulver gemahlen sind. Je nach dem Mischungsverhältnisse der einzelnen Bestandtheile erfolgt das Abbinden verschieden schnell und findet ebenso das Erhärten in verschiedener Weise statt.

Als Cemente werden auch noch andere für die Kunststein-Fabrikation sehr wichtige Mischungen bezeichnet, welche keinen Kalk enthalten und meistens in Bezug auf ihre chemischen Eigenschaften von den vorgenannten Cementen sehr bedeutend abweichen. Man bezeichnet diese Cemente den in ihnen enthaltenen Oxyden nach als Magnesia-Cemente und Zinkoxyd-Cemente und sollen dieselben gesondert für sich beschrieben werden.

Natürliche Cemente. In Gegenden, in welchen vulcanische Thätigkeit herrschte, finden sich bisweilen Lagerstätten von thonigen Kalkmergeln vor, welche durch die von den Vulcanen entwickelte Wärme gebrannt wurden. Man hat mit diesen Erden nichts weiter zu thun, als sie mit gebranntem Kalk und Wasser anzurühren, um sie zu einem allmählich erhärtenden Cemente zu machen. Zum Gegensatze zu den Kunstproducten bezeichnet man solche in der Natur vorkommende Massen als »natürliche Cemente«.

Der am längsten bekannte und bis in unsere Zeit in Verwendung stehende natürliche Cement ist jener, welcher

als Erde von Puzzuoli oder als Puzzuolano bekannt ist und in der Nähe der Stadt Puzzuoli bei Neapel gefunden wird. Das Eifelgebirge, welches ebenfalls vulcanischen Ursprunges ist, enthält auch Lagerstätten von natürlichen Cementen. In Europa ist wohl die Puzzuolanerde das am längsten bekannte Cementmateriale und schon der römische Schriftsteller Vitruvius erwähnt der merkwürdigen Eigenschaften derselben, mit Kalk unter Wasser zu Stein zu werden. Als die Römer bis an den Niederrhein kamen, entdeckten sie in dem aus alten Vulcanen bestehenden Gebirge der Eifel eine Erde, welche dieselben Eigenschaften wie jene von Puzzuoli besitzt und fingen an, sie bergmännisch auszubeuten. Die aus der Eifel stammende Cementerde wird noch gegenwärtig als »Traß« zur Herstellung ausgezeichneter Wassermörtel verwendet.

Man kannte wohl verschiedene Steine, welche nach dem Brennen und Mahlen guten Wassermörtel lieferten, ohne daß man jedoch etwas über die nähere Zusammensetzung derselben gewußt hätte. Erst in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhundertes kam man zu der Ueberzeugung, daß nur thonige Kalksteine, d. h. solche, welche eine gewisse Menge von Thon enthalten, durch Brennen in Wassermörtel übergeführt werden können. Mit dieser Entdeckung war wenigstens der Weg gezeigt, auf welchem man zu einer größeren Zahl von Fundstätten von Mineralien gelangte, aus denen man Wassermörtel darstellen konnte. Erst am Beginne des 19. Jahrhundertes gelang es, durch Mischen von Kalkstein mit Thon in entsprechenden Verhältnissen, Brennen und Mahlen der Mischung Wassermörtel oder Cemente auf künstlichem Wege darzustellen.

Da man bis zu dieser Zeit die Wassermörtel liefernden Mineralien mit großen Kosten von oft weit entfernten Fundstätten herbeiholen mußte, so daß die künstlichen Mischungen zu weit geringeren Preisen zu beschaffen waren, entwickelte sich die Fabrikation von Cementen sehr rasch und war bald soweit vorgeschritten, daß die Naturproducte nur mehr

wenig begehrt wurden. Durch die Fortschritte der analytischen Chemie lernte man endlich das Wesen der Bildung von Wassermörtel näher kennen und vermehrte sich die Zahl der Werke, in welchen diese Producte dargestellt wurden, ungemein rasch.

In unserer Zeit werden größere Wasserbauten ausschließlich nur mehr unter Anwendung von künstlich dargestellten Cementen ausgeführt und liefern diese Cemente eines der wichtigsten Grundmaterialien zur Anfertigung von Kunststeinen, welche sowohl für bauliche Zwecke, zur Herstellung von kunstgewerblichen Gegenständen, Canal- und Röhrenleitungen ausgedehnte Anwendung erlangt haben. In den zu diesen Zwecken angewendeten Compositionen ist thatsächlich die Aufgabe gelöst, Steine, welche dem Einflusse der Witterung Widerstand zu leisten im Stande sind, auf kaltem Wege zu gießen.

In Europa sind es hauptsächlich drei Oertlichkeiten, an welchen natürliche Cemente gefunden werden und liegen dieselben sämmtlich in der nächsten Nähe von erloschenen oder noch thätigen Vulcanen. Es sind dies die Cementlager von Puzzuoli, der Eifel und von Santorin. In Bezug auf ihre Erscheinung wechselt die Beschaffenheit dieser Materialien in hohem Grade; sie sind an manchen Orten wirklich von erdiger Beschaffenheit und ist dann nur eine einfache Behandlung: Zerdrücken und Sieben nothwendig, um sie sofort verwenden zu können. Andere hierher gehörige Producte sind aber im wahren Sinne des Wortes steinartige Massen, welche mit Hilfe besonderer Maschinen zerkleinert werden müssen. — Die eigentliche Cementmasse in diesen Erden ist häufig mit anderen vulcanischen Producten, wie Bimsstein, Obsidian, echter Lava u. s. w. gemengt und muß bei der mechanischen Aufbereitung von denselben geschieden werden. Die reinen Cementmassen zeigen aber in Bezug auf ihre chemische Zusammensetzung selbst keine großen Verschiedenheiten, wie aus den nachstehenden Analysen hervorgeht.

Zusammensetzung dreier Proben von Puzzuolanerde:

| | Nr. I | Nr. II | Nr. III |
|---|---|---|---|
| Kieselsäure | 52·2 | 52·80 | 47·66 |
| Thonerde | 17·8 | 15·83 | 14·33 |
| Eisen und Manganoxyd | 6·3 | 7·57 | 10·33 |
| Kalk | 9·2 | 3·13 | 7·66 |
| Magnesia | 0·9 | 0·84 | 3·86 |
| Kali | 2·6 | 7·66 | 4·13 |
| Natron | | 2·90 | Sand |
| Chlor | — | 0·15 | 5·0 |
| Wasser | 10·2 | 9·26 | 7·03 |

Zusammensetzung dreier Proben von Traß:

| | Nr. I | Nr. II | Nr. III |
|---|---|---|---|
| Kieselsäure | 57·0 | 54·0 | 48·94 |
| Thonerde | 16·0 | 16·5 | 18·93 |
| Eisen- und Manganoxyd | 5·0 | 6·1 | 12·34 |
| Kalk | 2·6 | 4·0 | 5·41 |
| Magnesia | 1·0 | 0·7 | 2·42 |
| Kali | 7·0 | 1·0 | 0·37 |
| Natron | 1·0 | | 3·56 |
| Wasser | 9·6 | — | 7·65 |

Zusammsetzung der Gemengtheile von Santorinerde:

(In Salzsäure löslich)

| | Nr. I Bimsstein | | Nr. II feinere Theile | | Nr. III gröbere Theile | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kalk | 0·40 | = 1·68 | 0·84 | = 3·17 | 0·68 | = 4·53 |
| Magnesia | 0·25 | | 0·48 | | 0·35 | |
| Eisenoxyd | 0·28 | | 0·54 | | 1·86 | |
| Thonerde | 0·75 | | 1·31 | | 1·64 | |
| Kieselsäure | Spur | | Spur | | Spur | |

| | Nr. I Bimsstein | | Nr. II feinere Theile | | Nr. III gröbere Theile | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (In Salzsäure nicht löslich) | | | | | |
| Kieselsäure | 72·84 | | 71·74 | | 63·07 | |
| Kalk . . . | 2·15 | | 1·80 | | 3·15 | |
| Magnesia | 1·33 | | 8·36 | | 1·58 | |
| Thonerde | 11·51 | = 95·83 | 8·56 | = 92·06 | 14·03 | = 94·43 |
| Eisenoxyd | 0·07 | | 3·30 | | 6·87 | |
| Kali . . . | 1·28 | | 1·86 | | 1·70 | |
| Natron . . | 2·65 | | 3·74 | | 3·86 | |
| Wasser . . | 2·25 | = 2·25 | 4·61 | = 4·61 | 1·14 | = 1·14 |
| | | 99·76 | | 99·84 | | 100·00 |

Man benützt die natürlichen Cemente gewöhnlich in der Weise, daß man ihre Pulver mit frisch gelöschtem, zu Staub zerfallenen Aetzkalk mengt, und dann mit der gehörigen Menge Wasser zu einem Brei anmacht. Gewöhnlich verwendet man auf 2—3 Raumtheile hydraulischer Erde ein Volumen Kalk, setzt aber auch bisweilen fein gemahlenes Ziegelmehl oder feinen Sand zu. Was den Zusatz dieser Körper, welche an der Bildung der chemischen Verbindung keinen Antheil nehmen, betrifft, ist die Grenze bis zu welcher man mit dem Zusatze gehen darf, ohne das Bindungsvermögen und die Stärke der Masse zu beeinträchtigen, eine Erfahrungssache; wenn daher solche Zusätze gemacht werden sollen, muß man sich immer durch Vorproben in kleinem Maßstabe genaue Kenntniß über das Bindungsvermögen der Cement-Kalkmischung verschaffen, eine Vorsichtsmaßregel, welche man übrigens bei allen noch nicht in dieser Richtung erprobten Kunststeinmassen in Anwendung bringen muß.

## Die natürlichen Cemente.

Die Grundmaterialien, welche bei der Darstellung von Cementen in Anwendung kommen, sind in allen Fällen

Thon und Kalk, und ist es durch Mischen dieser zwei Mineralien in passenden Verhältnissen und Brennen der Masse möglich, überall Cemente darzustellen. Am günstigsten für die Fabrikation von Cementen liegen die Verhältnisse offenbar an jenen Oertlichkeiten, an welchen schon von Natur aus thonige Kalksteine vorkommen, welche nur des Brennens und Mahlens bedürfen, um Cemente zu geben. Minder günstig liegen die Verhältnisse dort; wo es zwar thonige Kalksteine giebt, deren Zusammensetzung aber nicht vollkommen entspricht, wo es also eines Zuschlages von Kalk, beziehungsweise von reinem Thon bedarf, um ein entsprechendes Product zu erhalten.

Da thonige Kalksteine und reiner Kalkstein an vielen Orten ziemlich nahe bei einander vorkommen, so wird es nicht schwierig sein, Oertlichkeiten ausfindig zu machen, an denen ein Cementwerk mit Vortheil errichtet werden kann, wobei noch zu bemerken ist, daß hierfür auch die Möglichkeit des Bezuges von billigem Brennmateriale erforderlich ist und es wünschenswerth erscheint, für den Betrieb der Zerkleinerungs-Apparate eine Wasserkraft zur Verfügung zu haben.

Es ist selbstverständlich, daß man erst auf Grund sehr genau ausgeführter Analysen der vorhandenen Rohstoffe und befriedigenden Proben mit denselben in kleinem Maßstabe an die Anlage eines Cementwerkes schreiten wird. Die Ergebnisse der Analysen und jene der Proben im kleinen werden dann darüber Aufschluß geben, in welchem Procentverhältnisse die vorhandenen Mineralien Thon, Kalkmergel und Kalk gemischt werden müssen. Aus den Analysen, welche über die chemische Zusammensetzung guter Cemente ausgeführt wurden, hat sich ergeben, daß man die Cemente beiläufig nach der Formel 10 ($SiO_2K_2O_3$) 20 CaO zusammengesetzt annehmen kann.

Wenn man nach dieser Formel die Menge der einzelnen Körper nach Procenten berechnet, so ergiebt sich folgendes Verhältniß:

| Cement enthält | In 100 Theilen |
|---|---|
| Kalk / Magnesia | . . . . . . . . . 58·06 |
| Kieselsäure | . . . . . . . . 25·72 |
| Thonerde | . . . . . . . . . 7·09 |
| Eisenoxyd | . . . . . . . . 3·23 |

In runden Zahlen gerechnet muß sonach eine brauchbare Cementmischung enthalten: 58 Procent Kalk (oder Kalk und Magnesia zusammen, welches Verhältniß in dolomitischen Kalksteinen vorkommt), Kieselsäure $25\frac{1}{2}$—$25\frac{3}{4}$ Procent, Thonerde 7 Procent und Eisenoxyd 3—$3\frac{1}{4}$ Procent.

Durch Berechnung der Zusammensetzung des Thones oder des Thonmergels nach Procenten der Bestandtheile und der in gleicher Weise vorgenommenen Berechnung des Kalkes wird man durch eine einfache Rechnung dahin gelangen, eine Mischung darzustellen, welche der oben angegebenen allgemeinen Zusammensetzung des Cementes entspricht. Wenn man aus den innig gemischten Pulvern dieser Mineralien kugelige Massen formt, diese bei genau bestimmten Temperaturen brennt, mahlt und mit Wasser zu einem Brei anrührt, so wird man aus dem Verhalten dieses Breies beim Abbinden, Erhärten an der Luft und dem Verhalten in Wasser bald ersehen, ob das gewählte Verhältniß der Mengen der einzelnen Mineralien das entsprechende ist oder ob nach irgend einer Richtung eine Aenderung nothwendig erscheint.

Um bei diesen praktischen Proben gewisse Anhaltspunkte zu haben, ist es empfehlenswerth, den zu verwendenden Thon, beziehungsweise Mergel auf seinen Gehalt an Kalk zu prüfen und nach dem Ergebniß der Prüfung den Zusatz an Kalk entsprechend zu reguliren. Für die Praxis genügt in der Regel die Behandlung des Thones mit Salzsäure oder Salpetersäure, um den Kalkgehalt mit hinreichender Genauigkeit zu ermitteln. Man verfährt hierbei auf folgende Weise:

Man wiegt genau 100 Gr. des vollkommen ausgetrockneten und fein gepulverten Thones ab, bringt die Masse in ein Becherglas, übergießt sie mit verdünnter reiner Salzsäure, rührt tüchtig um, läßt einige Stunden stehen und filtrirt die Flüssigkeit durch ein vorher gewogenes Filter. Der Rückstand wird einige Male mit verdünnter Salzsäure behandelt, der ungelöst gebliebene Antheil auf dem Filter gesammelt, mit Wasser ausgewaschen, getrocknet und mit dem Filter gewogen. Nach Abzug des Filtersewichtes ergiebt sich das Gewicht der in der Säure unlöslichen Substanz, welche man als reinen Thon angehen kann.

Durch die Säure werden gelöst Kalk, Magnesia und Eisenoxyd. Wenn man die Menge des letzteren bestimmen will, dampft man die Flüssigkeit in einer Porzellanschale ein, um die überschüssige Säure zu verjagen und fügt zu dem Rückstande Ammoniakflüssigkeit im Ueberschusse. Wenn Eisenoxyd in dem Thone vorhanden war, so scheidet sich dasselbe als Eisenoxydhydrat in Form eines flockigen braunen Niederschlages aus. Man filtrirt denselben ab, trocknet ihn und glüht ihn mit dem Filter in einem gewalzenen Porzellantiegel. Nach abermaliger Wägung des Tiegels giebt die Gewichtszunahme die Menge des Eisenoxydes an, wobei die geringe Gewichtsmenge, welche auf die Asche des Filters entfällt, gar nicht in Rechnung gezogen wird.

Bei den praktischen Proben muß man das Verhalten der aus Thon und Kalk dargestellten Mischung nach dem Brennen beobachten. Wenn die Knollen nach dem Brennen während des Abkühlens zu Stücken oder gar zu einer sandartigen Masse zerfallen, so deutet dies darauf hin, daß die Mischung zu wenig Kalk enthält. Pulvert man dieselbe, so giebt sie, mit Wasser angerührt, einen Mörtel von geringer Bindekraft. Wenn das gebrannte und gemahlene Product mit Wasser angerührt und aus dem Brei ein leicht abmeßbarer Körper, z. B. ein Würfel geformt wird, so kann der Fall eintreten, daß sich das Volumen desselben beim

Erhärten vergrößert oder die Erscheinung des sogenannten »Treibens« zeigt. Neben der Volumvergrößerung ändert sich die innere Beschaffenheit der ganzen Masse und vermindert sich die Festigkeit derselben in sehr bedeutender Weise. Das Eintreten des Treibens zeigt an, daß die Masse zu viel Kalk enthält.

Mit Bezug auf ihr Verhalten kann man die thonigen Kalksteine, welche nach dem Brennen und Mahlen unmittelbar als Cementmörtel verwendet werden können, in drei Hauptgruppen eintheilen. Dieselben sind der Natur der Sache nach nicht streng voneinander getrennt, sondern zeigen nach verschiedenen Fundstätten der thonigen Kalksteine alle möglichen Uebergänge ineinander. Man unterscheidet folgende Gruppen:

1. Schwach hydraulische Kalksteine. Dieselben enthalten bis zu 85 Procent in Säure löslicher Stoffe und etwa 15 Procent Thon. Bei der Behandlung der gebrannten Masse mit Wasser entsteht ein Brei, welcher erst nach einigen Wochen unter bedeutender Volumsvermehrung fest wird und welcher, unter Wasser aufbewahrt, sehr lange braucht, bis er eine größere Härte erlangt. Um solche sehr schwach hydraulische Kalke zu verbessern, muß der Thongehalt solange erhöht werden, bis sich Massen ergeben, welche beim Erstarren keine wesentliche Volumsvermehrung zeigen und zum Erhärten keine sehr lange Zeit brauchen.

2. Gewöhnliche hydraulische Kalke. Dieselben enthalten meistens bis zu 75 Procent in Säuren löslicher Körper und 25 Procent Thon. Der aus der gebrannten Masse hergestellte Brei erhärtet ziemlich schnell — gewöhnlich dauert es nur einige Tage — bis die Masse ganz hart erscheint. Die volle Festigkeit unter Wasser tritt aber oft erst nach einem Jahre ein. Um diese, den normalen Cementen schon sehr nahestehenden Massen noch in Bezug auf schnelles Abbinden, Vermeidung jeglichen Treibens und schnelles Hartwerden unter Wasser noch zu verbessern, genügen oft schon Zusätze von wenig mehr als 1 Procent an reinem Thon.

3. Stark hydraulische Kalke. Lösliche Substanz 68—70 Procent unlösliche (Thon) 30—32 Procent. Kalke, welche diese Zusammensetzung zeigen, geben mit Wasser einen schnell erhärtenden Brei, welcher nicht treibt, und schon oft nach 4—5 Wochen dauerndem Verweilen unter Wasser ungemein hart wird.

Für den Cementfabrikanten ist es selbstverständlich am einträglichsten, wenn er ein Rohmateriale zur Verfügung hat, welches schon von Natur aus eine solche Beschaffenheit besitzt, daß man es blos zu brennen und zu mahlen hat, um sogleich einen allen Anforderungen entsprechenden Cement zu erhalten. Derartige Lager von entsprechend zusammengesetzten Thonmergeln finden sich an vielen Orten und haben Veranlassung zur Errichtung großer Fabriken gegeben. Ein seit länger als einem Jahrhundert rühmlich bekannter natürlicher Cement ist z. B. der in England unter der Bezeichnung Roman-Cement (römischer Cement) aus Septarienkalk hergestellte, welcher so große Bindekraft besitzt, daß 1 Volumen Cementpulver noch mit drei Volumen Sand gemischt, einen kräftig bindenden Mörtel liefert.

In den europäischen Alpen und auch in den Alpen anderer Erdtheile finden sich vielfach mächtige Lager von Mergeln, welche in gebranntem Zustande vorzügliche Cemente bilden. Wir nennen in dieser Hinsicht nur die ungemein ausgedehnten Lager, welche in Nordtirol und den benachbarten bairischen Gebirgen vorkommen und das Materiale für die großen Cementfabriken von Kufstein, Perlmoos, Reichenhall u. s. w. liefern. Die sogenannten Magnesiacemente, welche nicht mit den später zu beschreibenden künstlich dargestellten gleichnamigen Massen die aus Magnesia- und Chlormagnesium berührt werden, zu verwechseln sind, werden aus Gesteinen hergestellt, welche man als dolomitische Kalkmergel bezeichnet. Diese Mergel unterscheiden sich von den gewöhnlichen Mergeln dadurch, daß ein Theil des Kalkes durch Magnesia ersetzt ist. (Kalkstein, welcher neben kohlensaurem Kalk noch kohlensaure Magnesia enthält, wird bekanntlich als »Dolomit« bezeichnet und nennt man daher

die erwähnten Mergel dolomitische Mergel.) Ein dolomitischer Mergel aus der Gegend von Heidelberg, welcher auf Magnesiacement verarbeitet wird, hat folgende Zusammensetzung:

| | | |
|---|---|---|
| Kalk . . . . . | 44·22 | Procent |
| Magnesia . . . | 17·77 | » |
| Eisenoxyd . . . | 3·07 | » |
| Thonerde . . . | 5·75 | » |
| Manganoxydul . | 2·33 | » |
| Kali, Natron . . . | 4·72 | » |
| Kieselsäure . . . | 22·14 | » |

Man braucht solche dolomitische Mergel nur ganz schwach — etwa bis auf 400 Grad C. — zu erhitzen, bei welcher Temperatur die kohlensaure Magnesia, nicht aber der kohlensaure Kalk zersetzt wird, um eine mit Wasser allmählich erhärtende Masse zu erhalten. Ein viel festeres Product wird aber gewonnen, wenn man den dolomitischen Mergel sehr stark erhitzt, und zwar so stark, daß er zu sintern anfängt.

## Die künstlichen Cemente.

Das Vorkommen von Gesteinen, deren Zusammensetzung in sehr vollkommener Weise jener eines alle Ansprüche erfüllenden Cementes gleichkommt, ist an gewisse Oertlichkeiten gebunden. Um aber auch an Orten, an welchen sich solche Gesteine nicht vorfinden, Cemente herstellen zu können, welche von entsprechender Beschaffenheit sind, bereitet man jetzt sehr häufig künstliche Gemische aus verschiedenen Mineralien und erhält hierdurch Producte, welche sich in manchen Stücken in sehr vortheilhafter Weise vor den natürlichen Cementen auszeichnen.

Der Hauptwerth der künstlichen Cemente liegt darin, daß man dieselben in beliebig großen Mengen in so gleichförmiger Beschaffenheit darstellen kann, daß die Analysen verschiedener Proben nur ganz geringfügige Abweichungen

in der Zusammensetzung zeigen. Die Folge dieser großen Gleichförmigkeit in der chemischen Beschaffenheit ist aber auch eine sehr große Gleichmäßigkeit in Bezug auf das Abbinden, Festwerden und Erhärten solcher Cemente, so daß hunderttausende von Centnern des Productes einer Fabrik ganz gleiche Beschaffenheit zeigen. Die ersten derartigen Cemente dieser Art wurden in England dargestellt und wird der Name »Portland-Cement«, welcher zur Bezeichnung eines vorzüglichen englischen Productes angewendet wurde, jetzt ganz allgemein als Benennung für alle künstlich dargestellten Cemente gebraucht.

Die Bestandtheile zur Herstellung der künstlichen Cemente sind immer Kalkstein und Thon und liegt die Kunst des Fabrikanten eben darin, das Gemische aus Kalkstein und Thon so zu wählen, daß dasselbe einen den Anforderungen entsprechenden Cement liefert. Ueber die Erfordernisse der beiden Rohmaterialien wurde schon an früherer Stelle das Wichtigste angeführt.

Damit das in Bezug auf die chemische Zusammensetzung richtig hergestellte Gemische der Mineralien aber auch wirklich einen Cement von der richtigen Beschaffenheit ergebe, muß auch das mechanische Moment in Berücksichtigung gezogen werden. Es müssen nämlich die Mineralien in so feine Vertheilung gebracht werden, als überhaupt erreichbar ist und müssen die Pulver der einzelnen Körper auf das Innigste gemischt werden.

Die mechanische Zubereitung der Mineralien für die Cement-Fabrikation kann in verschiedener Weise vorgenommen werden, und zwar:

1. Durch Zerkleinern der Mineralien und Mischen der Pulver (trockene Aufbereitung).

2. Durch Zusammenschlämmen der zerkleinerten Mineralien mit Hilfe von Wasser (nasse Aufbereitung).

3. Durch Schlämmen des Kalkpulvers und Mischen desselben mit dem auf trockenen Wege angefertigten Thonpulver (halbnasse Aufbereitung). Da die Materialien oft eine sehr bedeutende Härte haben und außerdem täglich

sehr bedeutende Mengen derselben zu verarbeiten sind, so bilden die Zerkleinerungsapparate einen sehr wesentlichen Theil der Einrichtung einer Cementfabrik. Wie wir im Laufe unserer Darlegungen sehen werden, kommen Zerkleinerungs-, Scheide- und Mischapparate überhaupt in jeder größeren Kunststeinfabrik zur Anwendung und werden wir dieselben an geeigneter Stelle im Zusammenhange beschreiben.

Die Darstellung des Cementes zerfällt in folgende Hauptoperationen:

1. Zerkleinern der Materialien,
2. Mischen der Materialien in den ihrer Zusammensetzung entsprechenden Mengen,
3. Brennen der Cementmasse,
4. Mahlen des fertigen Cementes.

## Das Brennen des Cementes.

Die auf das Innigste gemengten Pulver der zur Darstellung von Cement dienenden Materialien werden am zweckmäßigsten in Form von Ziegeln gebracht, welche in einem Ofen von entsprechender Construction dem Brennen ausgesetzt werden. Bei dieser Arbeit vollzieht sich eine Reihe von Vorgängen, welche die Bildung der Cementmasse veranlassen. Zuerst wird bei Beginn des Erhitzens alles noch mechanisch beigemengte Wasser und darauf das chemisch gebundene Wasser ausgetrieben. Bei Eintritt der Rothglut beginnt das Austreiben der Kohlensäure aus dem kohlensauren Kalke und steigt die Temperatur trotz fortgesetztem Heizen in diesem Abschnitte des Brennens nur langsam, weil die zugeführte Wärme fast vollständig von der entweichenden Kohlensäure absorbirt wird.

Erst nach dem Entweichen der letzten Antheile von Kohlensäure beginnt die Temperatur wieder zu steigen und muß nach den Angaben des Pyrometers auf etwa 2000 Grad C. gebracht werden, damit der Cement die richtige Beschaffenheit erlange. Dieselbe tritt dann ein, wenn die Bildung der Silicate erfolgt, wobei die Masse anfängt, zu schmelzen

und wird diese Erscheinung als Sinterung bezeichnet. Ein Ueberschreiten der zur Erreichung des Sinterns nothwendigen Temperatur hätte zur Folge, daß eine durch die ganze Masse gehende Schmelzung eintreten würde. Das Ergebniß wäre die Erzielung eines sehr schwer schmelzbaren Thonerde-Kalkglases, welches nach dem Mahlen mit Wasser ebensowenig eine bindende Masse ergeben würde, wie irgend ein anderes Glas.

Um daher Cement von der richtigen Beschaffenheit zu erhalten, muß die Masse auf eine genau bestimmte Temperatur erhitzt werden und muß derselben solange ausgesetzt bleiben, bis alle Theile der Masse zum Sintern gebracht sind. Die Ausführung des Brennens der Cementmasse in der richtigen Weise ist daher eine Sache von der größten Wichtigkeit, indem von ihr die Erzielung einer als Cement brauchbaren Masse abhängt.

Wenn man das Brennen der Cemente in Schachtöfen vornimmt, so muß der Leiter des Brandes mit der Wirksamkeit des Ofens wohl vertraut sein, um aus der Erfahrung zu wissen, wie hoch er die Temperatur zu steigern hat und wie lange dieselbe auf die Masse einwirken muß, um die Silicatbildung herbeizuführen. Wenn man, wie dies gegenwärtig im Großbetriebe immer allgemeiner geschieht, das Brennen in Ringöfen vornimmt, ist es leichter, das Richtige zu treffen, indem man bald aus der Erfahrung weiß, wie lange der Brand in einer Abtheilung des Ofens anzudauern hat und im gegebenen Augenblick die weitere Wärmezufuhr abzustellen im Stande ist. Da die Einrichtung der Ringöfen das Ausziehen von Proben gestattet, so ist man aus der Beschaffenheit der letzteren bei entsprechender Erfahrung in der Lage, sich ein sicheres Urtheil über den jeweiligen Zustand der Masse zu verschaffen.

Da es auch bei den besteingerichteten Oefen nicht möglich ist, in allen Theilen derselben ganz genau die gleiche Temperatur einzuhalten, so werden auch die aus dem Ofen gezogenen Massen nicht genau gleiche Beschaffenheit zeigen. Jene Theile, welche zu hoher Temperatur aus-

gesetzt waren und dem zu Folge schon mehr als gesintert, d. h. theilweise geschmolzen sind, müssen ausgesucht und als unverwendbar beseitigt werden. Ebenso werden die nicht genügend gebrannten Stücke ausgesucht und bei einem nächsten Brande wieder zugesetzt. Nur das richtig ausgebrannte Materiale kommt dann zur weiteren Verarbeitung, welche in einer Verkleinerung zu sehr feinem Mehle besteht.

Die Färbung, welche die Cementmassen beim Brennen annehmen, bietet wesentliche Anhaltspunkte für die Beurtheilung des Fortschreitens des Processes. Wenn die Temperatur bis zur hellen Rothglut gestiegen ist, so zeigt die Masse gewöhnlich eine hellbraune Farbe, welche durch das Eisenoxyd bedingt wird. Da Eisenoxyd, wenn es immer höheren Wärmegraden ausgesetzt wird, sich immer dunkler färbt, so nimmt bei Steigerung der Hitze die Masse eine immer dunklere Färbung an. Bei noch höherer Temperatur tritt die Silicatbildung ein und wird das Eisenoxyd zum Theile in Silicat übergeführt, zum Theile mit Kalk verbunden. Die Masse nimmt nunmehr eine grauweiße Färbung mit grünlichem Stiche an. Diese Erscheinung tritt bei etwa 2000 Grad C., d. i. bei heller Weißglut ein und hat der Cement in diesem Stadium seine volle Gare erreicht; die mit solchem Cement dargestellten Mörtelmassen nehmen die größte Härte an. Geht man noch über dieses als das Ende des Brennens zu betrachtende Stadium hinaus, so erhält man eine durch Eisenoxyd schwarz gefärbte glasige Masse, welche dem Basalte ähnlich ist.

## Die Werthbestimmung der Cemente.

Der Werth eines Cementes hängt von einer Reihe von Factoren ab, welche theils wieder durch mechanische Verhältnisse bedingt werden, zum größten Theile aber auf die chemischen Eigenschaften der Masse zurückzuführen sind. Da es bei der Verwendung von Cement für unsere Zwecke, d. i. zur Herstellung von künstlichen Steinmassen hauptsächlich darauf ankommt, ein Product von hoher Haltbarkeit zu

erlangen, ist es unbedingt nothwendig, den hierfür in Aussicht genommenen Cement genau auf seine Eigenschaften zu prüfen. In der Praxis handelt es sich bei der Bestimmung des Werthes eines Cementes hauptsächlich um folgende Factoren:

1. Feinheit des Kornes und Form desselben,
2. Farbe, Reinheit und Gleichmäßigkeit,
3. Gewicht,
4. Undurchlässigkeit oder Wasserdichtigkeit,
5. Bindezeit und Bindungsfähigkeit,
6. Beständigkeit des Volumens,
7. Erhärtungsfähigkeit,
8. Festigkeit,
9. Härte,
10. Abnützungsfähigkeit (Widerstand gegen mechanisch wirkende Kräfte),
11. Wetterbeständigkeit (Widerstand gegen Temperaturänderungen und Atmosphärilien),
12. Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen.

### 1. Die Feinheit und Form der Körner.

Die Größe der Körner des Cementes hängt von der mehr oder weniger weitgehenden Mahlung der gebrannten Masse ab und wird gewöhnlich soweit fortgesetzt, daß 75 Procent der gemahlenen Masse durch ein Sieb gehen, welches auf einen Quadratcentimeter Fläche 900 Oeffnungen besitzt. Wie vielfache vergleichende Versuche gezeigt haben, nehmen nur die kleinen Theilchen des Cementes, also jene, welche durch das Sieb mit 900 Oeffnungen fallen, an der Bildung der mit Wasser festwerdenden Masse Antheil. Die gröberen Theile wirken jedoch nur so wie ein indifferenter Körper, z. B. Quarzsand, und beeinträchtigen nur die Festigkeit der Masse.

Außer der Feinheit der Körner nimmt auch die Form derselben wesentlichen Einfluß auf die Festigkeit des mit Wasser hergestellten Cementmörtels. Unter dem Mikroskope erscheinen die Körner des gewöhnlichen hydraulischen Kalkes als rundliche Knollen, welche fast Kugelgestalt besitzen, indeß

jene des Portland-Cementes plattenförmig, wie Schiefer oder Scherben von Glastafeln aussehen. Die kugelförmigen Körner des hydraulischen Kalkes können ein von ihnen umschlossenes Sandkörnchen oder ein anderes Körnchen von hydraulischem Kalk nur an zwölf Punkten berühren, indeß bei der plattenförmigen Gestalt des Portland-Cementes die Zahl der Berührungspunkte eine viel größere ist, so daß sich hieraus schon die größere Festigkeit des Portland-Cementes erklärt. Da zwischen den aneinander gelagerten Blättchen des Portland-Cementes viel weniger Hohlräume vorhanden sind als zwischen den kugelförmigen Theilchen des hydraulischen Kalkes, so ist es begreiflich, daß von zwei gleichen Volumen beider Cementsorten das mit Portland-Cement gefüllte bedeutend mehr wiegt als jenes, welches mit hydraulischem Kalk ausgefüllt ist.

Die physikalische Beschaffenheit des Portland-Cementes bringt es mit sich, daß derselbe viel mehr fremde Körper zu binden vermag, als der hydraulische Kalk, ohne daß die Festigkeit der erhärteten Masse hierdurch stark beeinträchtigt wird. Kunststeine und aus Kunststeinmasse gegossene Gegenstände fallen daher weit dauerhafter und fester aus, wenn sie unter Anwendung von Portland-Cement hergestellt werden und ist letzterer namentlich in jenen Fällen anzuwenden, in welchen die Kunststeinmassen einer stärkeren Belastung ausgesetzt werden sollen, wie dies z. B. bei Brückenbogen und Gewölben der Fall ist.

## 2. Die Farbe, Reinheit und Gleichmäßigkeit.

Die Beschaffenheit der Farbe des Cementes giebt, wie schon oben angedeutet wurde, gute Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Güte der Waare. Gelblich gefärbte Cemente sind gewöhnlich zu schwach gebrannt, ein eigenthümliches Grauweiß mit grünlichem Stich zeigt gewöhnlich gute Waare an und kann bei besonders eisenreichen Cementen auch in dunkleres Grün übergehen. Eine blaugrüne Färbung weist auf Cemente hin, welche wenig Eisenoxyd, aber verhältnißmäßig viel Kalk enthalten.

Die Reinheit des Cementes ist eine Frage, welche mit der kaufmännischen Ehrlichkeit des Fabrikanten zusammenhängt und darf Cement mit einer einzigen Ausnahme, welche wir sogleich besprechen werden, absolut keinen fremden Körper enthalten; sind Fremdkörper vorhanden, so sind diese unbedingt in betrügerischer Absicht zugesetzt worden. Man hat als Verfälschungen in Cement Asche, Sand, Thon, Schlackenmehl nachgewiesen; Stücke von todtgebranntem, d. h. schon fast ganz geschmolzenem Cement, deuten zwar nicht auf betrügerischen Zusatz, wohl aber auf eine nachlässige Sortirung der in den Oefen gebrannten Massen.

Man kann die Fälschungen nachweisen, indem man eine kleine Menge des Cementes in einem hohen Glascylinder mit viel Wasser schüttelt, bis eine milchige Flüssigkeit gebildet ist und den Cylinder dann ruhig hinstellt. Die verschiedenen Körper lagern sich dann in deutlich voneinander zu unterscheidenden Schichten ab, und zwar zu unterst der Sand oder das Schlackenmehl, dann der Cement und zu oberst der Thon und die Asche.

Ein bis zu 3 Procent gehender Zusatz ist nicht als eine in betrügerischer Weise gemachte Beimengung anzusehen, indem ein solcher Zusatz bei frisch bereitetem Cemente die Wirkung hat, das Abbinden [Festwerden] zu verzögern. Das langsamere Abbinden hat aber zur Folge, daß die Molecüle der entstehenden Silicate mehr Zeit haben, sich ihrer Art entsprechend zu lagern und dem zu Folge der Cement im Laufe der Zeit eine bedeutend größere Festigkeit gewinnt. Ein Gipszusatz zu diesem Behufe wird gleich beim Vermahlen des frischgebrannten Cementes gemacht und muß dieser dann sobald wie möglich verarbeitet werden, indem bei abgelagertem Cemente der Gipszusatz nicht mehr in der angegebenen Weise wirkt.

Die Gleichmäßigkeit eines Cementes erweist sich dadurch, daß ein größerer Block, der aus mit Wasser angerührtem Cement gegossen wurde, in allen seinen Theilen die gleiche Farbe, das gleiche Korn und die gleiche Festigkeit besitzt. Diese Eigenschaft ist auch von hoher Bedeutung für die

Fabrikation von Kunststeinen und läßt sich bei diesem nur durch die auf das Sorgfältigste ausgeführte Mischung der Zusätze mit dem Cemente erzielen.

### 3. Das Gewicht.

Die specifischen Gewichte der verschiedenen Cementsorten zeigen keine sehr bedeutenden Unterschiede und kann man als Grenzwerthe für dieselben 2·99—3·03 annehmen. Für die Praxis haben aber die Volumgewichte der Cemente wesentlichen Werth und ist das Gewicht eines Volumens von Portland-Cement in Folge der schieferigen Structur desselben immer ein weit höheres, als jene von hydraulischem Kalk. Je feiner das Material gemahlen ist, desto größer werden die Volumgewichte und desto fester werden dann auch die aus dem Cemente bereiteten Massen, so daß die Festigkeit mit dem Volumgewichte immer in gewisser Beziehung steht und mit demselben zunimmt.

### 4. Die Undurchlässigkeit oder Wasserdichtigkeit.

Der Cement wird vielfach dazu verwendet, um feuchte Mauern trocken zu legen oder um Mauern, welche an einer Seite von Wasser bespült werden, an der anderen trocken zu erhalten. Da sich die Cemente in dieser Beziehung in sehr verschiedener Weise verhalten und die Undurchlässigkeit des Cementes bei der Herstellung von Flüssigkeitsbehältern, Röhren für Wasserleitungen u. s. w. von Wichtigkeit ist, muß man die Cemente auch in dieser Richtung prüfen können.

Wir führen diese Prüfung in der Weise aus, daß wir aus dem zu untersuchenden Cemente ein Rohr gießen, welches im Lichten 5 Cm. Durchmesser besitzt und eine Wandstärke von 1 Cm. hat. Der das Rohr abschließende Boden hat ebenfalls 1 Cm. Dicke; die Länge des Rohres beträgt 60 Cm. Das Rohr wird von oben her 10 Cm. weit mit Lackfirniß überstrichen, damit durch Haarröhrchenwirkung keine Flüssigkeit aufgesaugt werden kann und in ein mit

Wasser gefülltes Gefäß gestellt; man füllt soviel Wasser zu, daß dasselbe bis an die lackirte Schichte hinanreicht. Der Cylinder ist sonach von einer 50 Cm. hohen Wasserschichte umgeben und läßt sich aus der Menge des Wassers, welche während eines gewissen Zeitraumes in das Innere des Cylinders dringt, ein Schluß auf die Undurchlässigkeit, beziehungsweise Durchlässigkeit des in Untersuchung genommenen Cementes ziehen und übertrifft auch in dieser Hinsicht der Portland-Cement den gewöhnlichen hydraulischen Kalk um ein Bedeutendes.

5. Die Bindezeit und die Bindungsfähigkeit.

Beim Vermischen von Cement mit Wasser unter kräftigem Rühren bildet sich ein Brei, welcher sich teigartig kneten läßt, dabei aber immer steifer wird und endlich ganz erhärtet, wobei die anfangs durch einen Ueberschuß an Wasser ziemlich stark glänzende Oberfläche des Cementes allmählich matter wird, indem das Wasser verdunstet. Diese Erscheinung des Festwerdens von Cement wird als das Binden oder Abbinden des Cementes bezeichnet.

Beim Abbinden nimmt der Cement eine gewisse Menge von Wasser in die chemische Verbindung auf und beträgt diese in der Regel 14—17 Procent vom Gewichte des Cementes; das mehraufgenommene Wasser verdunstet allmählich und wird bei Anwendung eines großen Ueberschusses von Wasser die Masse stark porös, was mit der Verminderung der Undurchlässigkeit zusammenhängt. Bei der Herstellung von Cementmörtel verwendet man in der Regel die Hälfte vom Gewichte des Cementes an Wasser d. i. 50 Procent, sonach einen sehr großen Ueberschuß der wirklich erforderlichen Menge.

Wenn man die erforderlichen mechanischen Hilfsmittel in Verwendung bringt, kann man mit einer 21—30 Procent vom Gewichte des Cementes betragenden Wassermenge einen vollkommen gleichförmigen Cementbrei herstellen, welcher dann sehr bald erhärtet, sehr wenig durchlässig, aber von großer Festigkeit ist.

Der Zeit nach, welcher der Cementbrei zum Festwerden bedarf, unterscheidet man die Cemente in langsam bindende und rasch bindende. Schwächer gebrannte Cemente binden sehr rasch ab; solche, bei welchen der Brand bis zur scharfen Sinterung, bis an die Grenze der Verglasung getrieben wurde, binden langsam ab. Es giebt Cemente, welche so schnell abbinden, daß sie schon nach einer Viertelstunde fest geworden sind, während die langsam bindenden bis zu 24 Stunden breiig bleiben können.

Da während des Abbindens chemische Processe vor sich gehen und diese von Wärmeentwickelung begleitet sind, so findet beim Abbinden des Cementes eine Erwärmung der Masse statt und ist diese umso beträchtlicher, je rascher der Cement überhaupt abbindet und je höher die Temperatur des Cementes und des angewendeten Wassers ist. Der letztgenannte Umstand ist die Ursache, daß die Cemente im Winter viel langsamer abbinden, als im Sommer und wendet man daher bei Cementarbeiten, welche im Winter im Freien ausgeführt werden müssen, erwärmtes Wasser an, um das sonst zu langsam erfolgende Abbinden zu beschleunigen.

Harte Wässer, d. h. solche, welche eine größere Menge von Kalk und Magnesia in Form von kohlensauren Salzen gelöst enthalten, wirken insoferne günstig auf das Abbinden, als sie die Festigkeit des erhärteten Cementes erhöhen, indem der Kalk und die Magnesia mit in die Silicatverbindungen aufgenommen werden. Mineralwasser und Meerwasser sind in Folge ihres hohen Gehaltes an löslichen Chloriden und Sulfaten zur Herstellung von Cementmörtel ganz ungeeignet. Die genannten Salze veranlassen Umsetzungen in der Zusammensetzung der Silicate, welche zur Folge haben, daß die Cemente den Zusammenhang verlieren, bröckelich werden und gehen Bauten, welche mit Cement, der auf solche Art zubereitet wurde, ausgeführt wurden, in überraschend kurzer Zeit zu Grunde. Es sollen daher Cementbauten stets mit süßem Wasser ausgeführt werden, und sind an jenen Stellen, welche unmittelbar mit Meerwasser in Berührung kommen immer nur solche undurchlässige Cemente anzuwenden, um

die inneren Cementschichten gegen die nachtheilige Einwirkung des Meerwassers zu schützen.

### 6. Die Beständigkeit des Volumens.

Ein Körper von bestimmter Form z. B. ein Würfel, welcher aus Cementbrei geformt ist, wird erst nach dem Erstarren und völligem Erhärten seine Ausmaße unverändert beibehalten — er soll volumsbeständig sein. Bei vielen Cementen trifft dies aber nicht zu, sondern die Masse vergrößert beim Festwerden ihr Volumen und bezeichnet man diese Erscheinung als das »Treiben des Cementes«. Da das Treiben bei manchen Cementen soweit gehen kann, daß die Masse ihren Zusammenhang und Festigkeit ganz einbüßt (solcher Cement ist selbstverständlich ganz unbrauchbar) so ist das Treiben unbedingt die nachtheiligste Eigenschaft, welche ein Cement überhaupt zeigen kann.

Die Ursache des Treibens liegt in einem zu hohen Kalkgehalte des Cementes. Wenn der Kalkgehalt so hoch ist, daß nicht die Gesammtmenge oder nahezu die Gesammtmenge desselben in die beim Festwerden entstehenden Silicate aufgenommen wird, so verwandelt sich der Ueberschuß des Kalkes (Calciumoxyd) in gelöschten Kalk (Calciumhydroxyd), welcher ein größeres Volumen besitzt und die Volumsvermehrung der ganzen Masse bedingt.

Viele Cemente zeigen in ganz frischem Zustande ein schwaches Treiben; diese Erscheinung tritt aber nicht mehr auf, wenn die Cemente durch einige Zeit gelagert werden und läßt sich dies dadurch erklären, daß der das Treiben bedingende Kalküberschuß Kohlensäure bindet und sich dann in Berührung mit Wasser nicht mehr Calciumhydroxyd verwandelt. Um schnell feststellen zu können, ob ein Cement überhaupt die Fehler des Treibens besitzt, beschleunigt man bei einer Probe den Verlauf des chemischen Processes durch Erwärmen. Man rührt den Cement mit heißem Wasser an, formt den Brei zu einem dünnen Cylinder oder einer dünnen Platte, wartet das Abbinden ab und erhitzt den Gegenstand

auf 110 Grad C. indem man ihn in ein Gefäß legt, welches in einem zweiten steht, welches siedende Kochsalzlösung enthält. Cemente von normaler Beschaffenheit verlieren bei dieser Behandlung ihren Zusammenhang nicht vollständig, sondern erhalten nur Risse, welche sich nach Außen erweitern. Cemente, welche »treiben«, zerfallen aber vollständig in kleine Stücke.

## 7. Die Festigkeit.

Diese wichtige Eigenschaft der Cemente, welche namentlich dort in Betracht kommt, wo der Cement für Bauzwecke verwendet werden soll, hängt von verschiedenen Factoren ab und hat man bezüglich der Festigkeit aus zahllosen Proben die nachstehenden Erfahrungssätze über die Bedingungen der Festigkeit gewonnen. Die Festigkeit ist umso größer

1. je kleiner die Wassermenge ist, deren man zur Herstellung eines Breies von der erforderlichen Beschaffenheit bedarf;
2. je weniger sich der Brei erwärmt;
3. je dichter die Masse ist;
4. je ungestörter der mit der geeigneten Menge Wassers hergestellte Brei abbinden kann (Vermeiden von Umrühren oder von Erschütterungen);
5. je langsamer der Cement abbindet;
6. je größer die Menge fremder Körper (feiner Wellsand) ist, welche man dem Cemente beimischen kann.

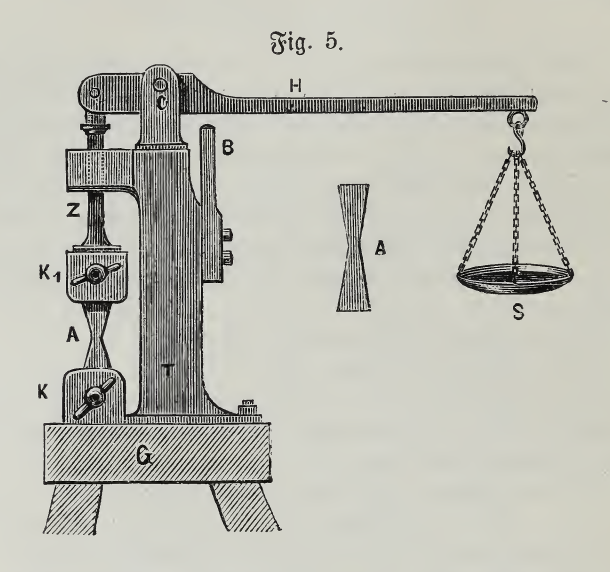
Da die Festigkeit eines vollkommen erhärteten Cementes, wenn derselbe unter Wasser aufbewahrt wird, zunimmt, so muß man auch diesen Umstand bei der Festigkeitsbestimmung in Betracht ziehen. Wir verfahren bei dieser Probe in der Weise, daß wir die Probe vom Beginne des Versuches durch 24 Stunden an der Luft liegen lassen, dann 10 Tage lang in Wasser liegen lassen und nach weiteren 24 Stunden die Festigkeitsprobe vornehmen.

Für genaue Untersuchungen der Festigkeit der Cemente gegen das Zerdrücken, Zerbrechen und Zerreißen hat man eine ganze Reihe von Apparaten construirt, welche ein

genaues Messen der zur Aufhebung des Zusammenhanges erforderlichen Kraft gestatten. Für unsere Zwecke reicht man mit den Proben aus, welche sich auf die Festigkeit gegen das Zerreißen beziehen.

Wir nehmen die Probe gegen das Zerbrechen auf folgende Art vor: Aus dem zu untersuchenden Materiale, Cement für sich allein oder Cement mit Sand gemischt

Fig. 5.




wird ein Prisma gegossen, welches genau 100 Cm. lang 5 Cm. breit und 10 Cm. hoch ist. Nach dem 10 Tage langen Verweilen unter Wasser wird das Prisma auf die 5 Cm. breite Kante aufgestellt, an beiden Enden je 10 Cm. weit unterstützt, so daß 80 Cm. freiliegen und in der Mitte solange belastet, bis es bricht.

Zur Prüfung der Festigkeit gegen das Zerreißen bedient man sich eines Apparates, welcher in Fig. 5 abgebildet ist. Derselbe besteht aus einem Träger T, der auf einem kräftig gebauten Gestelle G befestigt ist. Aus dem zu untersuchenden Materiale wird ein Stück gegossen, dessen

Form aus A ersichtlich ist. Dasselbe ist 20 Cm. lang, an der schmalsten Stelle 5 Cm. breit und 2 Cm. dick. Dieser Körper wird in geeigneten Eisenfassungen zwischen die Backen K und $K_1$ gespannt. Durch die Stange Z steht $K_1$, mittelst eines Gelenkes mit dem um C drehbaren Hebel H in Verbindung, welcher am entgegengesetzten Ende eine Wagschale S trägt. Der Hebel (in der Abbildung kürzer gezeichnet) ist so beschaffen, daß der rechts vom Drehpunkte C liegende Arm hundertmal länger ist als der links liegende. Das an den Ständer T geschraubte Eisenstück G verhindert das Umschlagen des Hebels nach dem Zerreißen des Cementstückes. Nachdem letzteres in den Apparat gespannt ist, werden allmählich Gewichte in die Wagschale S gelegt und damit solange fortgefahren, bis das Cementstück endlich reißt. Dieses Gewicht, hundertfach genommen, zeigt die Festigkeit an, bis zu welcher ein Prisma vom Querschnitte $5 \times 2$ Cm. = 10 Qu.-Cm. dem Zerreißen widersteht.

## 9. Die Härte.

Das Moment der Härte kommt namentlich bei solchen Cementen in Betracht, welche einer starken mechanischen Abnützung ausgesetzt werden sollen, z. B. zur Herstellung von Pflasterplatten, Rand- und Eckſteinen zu dienen haben. Härte und Festigkeit stehen in Beziehung zueinander; je größer die Festigkeit desto größer ist in der Regel auch die Härte des Cementes.

Man kann die Härte des Cementes gut in der Weise prüfen, daß man aus denselben eine Platte gießt und nachdem dieselbe durch 10 Tage unter Wasser aufbewahrt und dann getrocknet wurde, der Probe unterzieht. Die Probe wird ausgeführt, indem man einen Holzstab mit eingehärteter Spitze auf die Platte setzt, dieselbe belastet und sodann die Platte unter derselben wegzieht. Je größer die Belastung des Stabes sein muß, damit durch die Spitze eine deutlich sichtbare Furche in die Platte gerissen wird, desto größer ist auch die Härte des betreffenden Cementes.

Durch Beimischung sehr harter, fein vertheilter Mineralien z. B. von feinstem Quarz-Wellsand (der Quarz zeigt in der mineralogischen Härtescala den Härtegrad 7), kann man die Härte von Cementmassen sehr bedeutend erhöhen und verwendet nun auch in allen Fällen, in welchen die Härte des Materiales besonders in Betracht kommt, derartige Mineralien als Füllmateriale für die Cementmassen.

## 10. Die Abnutzungsfähigkeit.

Je härter eine Cementmasse ist, desto weniger wird sie sich bei mechanischen Angriffen abnützen. Um in dieser Beziehung eine Anschauung über das Verhalten eines Cementes zu gewinnen, muß man eine mechanische Vorrichtung verwenden, welche die Zahl der mechanischen Angriffe von stets gleichbleibender Stärke registrirt. Wenn z. B. eine Scheibe aus sehr hartem Stahl, deren Gewicht bekannt ist, immer und immer wieder über eine Cementplatte weggerollt wird, so muß das jedesmalige Ueberrollen eine mechanische Abnützung des Cementes bedingen. Wenn die Zahl dieser Angriffe durch ein Zählwerk angezeigt wird, so ist man mit Hilfe genauer Meßapparate im Stande festzustellen, wann die Abnützung so stark gediehen ist, daß sie 0·01 oder 0·1 Mm. u. s. w. ausmacht und gewinnt hierdurch Anhaltspunkte zur Aufstellung von Vergleichungen über die Abnützungsfähigkeit verschiedener Cemente.

## 11. Die Wetterbeständigkeit.

Cementgüsse, welche nicht beständig unter Wasser bleiben, sind dem Einflusse des Witterungswechsels ausgesetzt und sollen diesem soviel als möglich widerstehen. Letztere Eigenschaft ist namentlich für Cementgegenstände von Wichtigkeit, welche in Gegenden mit strengen Wintern und warmen Sommern im Freien aufgestellt sind, indem in solchen Gegenden die Temperaturunterschiede im Laufe eines Jahres sehr beträchtliche sind und meistens 50 Grad C. betragen

(—20 Grad C. als tiefste, +30 Grad C. als höchste Temperatur angenommen).

Da diese großen Temperaturunterschiede nicht plötzlich eintreten, sondern sich auf längere Zeiträume erstrecken, so besitzt ein guter Cementguß — soferne er nur der trockenen Luft allein ausgesetzt wird — Ausdehnbarkeit genug, um selbst nach Jahren noch kein Anzeichen der beginnenden Zerstörung zu zeigen; letztere macht sich durch das Auftreten ungemein feiner Risse, sogenannter Haarrisse, welche immer zahlreicher werden, bemerkbar und führt diese Erscheinung endlich zu einer solchen Lockerung des Zusammenhanges der Masse, daß dieselbe abzubröckeln beginnt.

Ganz anders stellen sich aber die Vorgänge, wenn der Cementgegenstand nicht blos der Einwirkung der höheren oder niederen Temperatur, sondern gleichzeitig jener des Wassers ausgesetzt ist. Wenn der Cement nicht jene Beschaffenheit besitzt, daß er vollständig undurchlässig ist, so dringt das Wasser bis zu einer gewissen Tiefe in den Gegenstand ein; beim Sinken der Temperatur unter den Gefrierpunkt des Wassers wird dieses zu Eis und bewirkt die beim Uebergang des Wassers von dem flüssigen in den festen Zustand stattfindende Ausdehnung ein Zerreißen der Masse bis zu jener Tiefe, in welche das Wasser eingedrungen ist. Es giebt nur wenige Cemente, deren Undurchlässigkeit so groß ist, daß sie unter diesen Verhältnissen dem Einfluße der Witterung durch eine Reihe von Jahren Widerstand leisten; die Mehrzahl der Cemente überdauert meistens nicht einen Winter ohne zu zerreißen.

Dies gilt namentlich von solchen Cementgüssen, welche ohne Zusatz fremder Körper, nur aus Cementmehl und Wasser allein hergestellt werden; jene Cementgegenstände, welche unter Zusatz von Sand angefertigt werden, besitzen eine viel größere Widerstandsfähigkeit und scheint die Beweglichkeit der Theilchen bei richtig hergestellten Mischungen groß genug zu sein, um beim Frieren des oberflächlich eingedrungenen Wassers den Zusammenhang zu behalten, da sich selbst nach mehrmaligem Gefrieren und Wiederaufthauen keine

Haarrisse in der Masse zeigen. Um jedoch Cementgegenständen wirklich eine sehr lange andauernde Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung der Witterung zu ertheilen, ist es in allen Fällen angezeigt, die Gegenstände mit einer Substanz zu imprägniren, welche einen absolute Undurchlässigkeit der Oberfläche bewirkt. Cementgegenstände, welche auf diese Weise behandelt werden, erlangen hierdurch eine Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse, welche jener von feinkörnigem Marmor mindestens gleichkommt.

Gegen hohe Temperaturen, d. h. solche, welche noch über der Siedehitze des Wassers liegen, ist guter Cement widerstandsfähig, vorausgesetzt, daß die Temperaturerhöhung nicht zu rasch erfolgt. Bei raschem Erhitzen werden die Cementmassen leicht rissig, indem die Wärmeleitungsfähigkeit der Massen eine geringe ist und sich dem zu Folge die äußeren Schichten schon stark ausdehnen, während die inneren noch die gewöhnliche Temperatur besitzen.

Wir haben im Vorstehenden die Eigenschaften der Cemente eingehender geschildert, indem diese Producte bis nun jene Körper sind, welchen neben dem Thon unter allen zur Fabrikation von künstlichen Steinmassen die allergrößte Bedeutung zukommt. Diese Bedeutung äußert sich schon darin, daß fortwährend steigende gewaltige Mengen dieser Körper für Bauzwecke verwendet werden und die Cementmassen in neuerer Zeit immer mehr und mehr zur Anfertigung von solchen Gegenständen Benützung finden, die man früher nur auf mühsame Art aus Stein meißeln mußte z. B. Gerinne für Abfuhrcanäle.

Durch geeignete Verstärkung von Cementgüssen mittelst eiserner Einlagen ist es gelungen, dem Materiale eine außerordentliche Festigkeit und Widerstandsfähigkeit zu geben und stellt man gegenwärtig auf diese Weise Brücken und Gewölbe dar, welche trotz der Zartheit ihrer Ausführung ungemein große Lasten zu tragen vermögen.

Da man endlich die Erhöhungen und Vertiefungen einer Form in Cementguß mit der größten Schärfe wiederzugeben vermag, so haben die Cementgüsse auch eine künst-

lerische Anwendung gefunden und werden in neuerer Zeit zahllose Verzierungsstücke für Bauwerke wie Tragsteine, Säulen-Capitäle und Gestalten aus Cementguß hergestellt, so daß es gegenwärtig kaum einen Zweig der Bildnerei giebt, für welchen nicht Cementmassen zur Anwendung gebracht werden können.

---

V.

# Der Gips, Kalk und die Magnesia.

Das in der Natur weitverbreitete Mineral Gips war schon den Alten in seinen vielen auffälligen Varietäten bekannt und erweckte schon frühzeitig die allgemeine Aufmerksamkeit durch die Eigenschaft, mit Wasser zu einer festen Masse zu erstarren, wenn man es vorher auf eine gewisse Temperatur erhitzt hatte. Schon der altgriechische Geschichtsschreiber Herodot erwähnt der eigenthümlichen Anwendung des Gipses zur Abformung des Anlitzes Verstorbener. Der römische Schriftsteller Vitruvius kannte schon die Verwendung des Gipses zur Herstellung verschiedener Zierathen an Gebäuden, sonach jene Kunst, welche wir gegenwärtig als Stuckarbeit bezeichnen. Die Verwendung des Gipses zur Anfertigung von künstlichen Steinen, welche auf das täuschendste das Aussehen von Marmor, Serpentin, Porphyr und anderen edlen Baumaterialien zeigen, gehört erst der neueren Zeit an, indem sie größeres Wissen in der chemischen Wissenschaft zur Voraussetzung hatte. Desgleichen sind auch die Verfahren, Gypsgüsse hart und gegen Witterungseinflüsse widerstandsfähig zu machen, erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts bekannt geworden.

In chemischer Beziehung besteht der Gips aus wasserhaltigem, schwefelsaurem Kalke oder Calciumsulfat: $CaSO_4$

$+ 2 H_2O$. Durch Erhitzen auf eine Temperatur, welche noch nicht die Glühhitze erreicht, verliert der Gips das Wasser und geht in wasserfreies Calciumsulfat über: $CaSO_4$.

Wenn man letzteres in Pulver verwandelt und dieses Pulver mit Wasser zusammen bringt, so nimmt der wasserfreie, schwefelsaure Kalk das Wasser wieder auf und entsteht neuerdings die Verbindung $CaSO_4 + 2 HO$. Bei dieser Wasseraufnahme findet Erwärmung statt und erstarrt die Anfangs rahmartige Masse binnen kurzer Zeit vollständig. Gleichzeitig erfolgt eine beträchtliche Volumsvermehrung, so daß die breiige Masse in Formen gegossen, die feinsten Erhöhungen und Vertiefungen derselben mit der größten Schärfe wiedergiebt.

Auf dem eben geschilderten Verhalten des Gipses: das durch Erhitzen verlorene Wasser wieder binden zu können und das hierdurch bedingte Uebergehen eines Breies aus Gipsmehl und Wasser in einen festen Körper beruht die ausgedehnte technische Verwendung dieses Materiales zum Formen, zur Herstellung von Stucco und zur Anfertigung von Nachahmungen von verschiedenen Gesteinsarten.

Der Gips kommt in der Natur in sehr vielen Varietäten vor; am reinsten erscheint er in Form großer, farbloser, plattenförmiger Krystallmassen, welche nach einer Richtung ungemein leicht spaltbar sind und als Fraueneis oder Marienglas bekannt sind. Farbloser Gips, welcher aus ungemein kleinen Krystallen zusammengesetzt ist und dicht ist, erscheint dem zu Folge als weiße Masse, welche aber stark durchscheinend ist und das Mineral Alabaster bildet.

Der gewöhnliche dichte Gips kommt in krystallinischen Massen von weißer, gelblicher, röthlicher und graublauer Färbung vor; bisweilen erscheint er durch Infiltration von Bitumen fast schwarz oder dunkelbraun gefärbt, entwickelt dann beim Reiben und Erhitzen einen unangenehmen Geruch, daher wird die betreffende Varietät des Gipses als »Stinkstein« bezeichnet.

Der dichte Gips ist bisweilen auch mit anderen Mineralien vermengt und bedingt die Anwesenheit solcher, namentlich jene von kohlensaurem Kalk, welche bisweilen 15—20 Procent der ganzen Masse ausmacht, ein wesentlich anderes Verhalten desselben beim Brennen. In der Natur kommt auch die Verbindung $CaSO_4$ vor, welche sonach dieselbe chemische Zusammensetzung hat, wie der gebrannte Gips, dem aber die Eigenschaft fehlt, in zerkleinertem Zustande mit Wasser angerührt, dieses aufzunehmen. Diese wasserfreie Varietät des Gipses erscheint anders krystallisirt als der Gips und bildet das Mineral Anhydrit.

Die dichten dunkelfarbigen Varietäten des Gipses werden nur in selteneren Fällen gebrannt, sondern nur fein gemahlen und als sogenannter Düngergips in den Handel gebracht. Der Gips bildet nämlich für gewisse Culturpflanzen einen wichtigen mineralischen Nährstoff. Zur Darstellung von gebranntem Gips benützt man für jene Zwecke, bei denen eine dunklere Färbung des Materiales nicht störend wirkt, hellfarbige, dichte Gipssteine. Feiner Gips, welcher zur Anfertigung von Stucco oder Kunstgüssen bestimmt ist, wird immer aus weißem, dichtem Gipsstein oder aus Alabaster hergestellt. Durch Brennen von farblosem Gips (Fraueneis) erhält man den weißesten und am schnellsten erhärtenden Gips, wie er z. B. von den Zahnärzten zum Abformen des Gaumens und der Kiefer verwendet wird.

## Das Brennen des Gipses.

Zur Herstellung von Massen, welche von steinartiger Beschaffenheit sind, kann auch sogenannter »gebrannter« Gips verwendet werden, d. h. solcher, welcher durch Erhitzen auf eine bestimmte Temperatur sein Krystallwasser ganz oder doch zum größten Theile verloren hat. Von einem eigentlichen Brennen des Gipses, d. h. Erhitzen desselben zu starkem Glühen, wie selbes bei der Darstellung des Aetzkalkes vorgenommen wird, kann nicht die Rede sein, denn der Gips verliert seinen Wassergehalt schon voll-

ständig bei einer Temperatur, welche noch unter der Glühhitze liegt und genügt es, Gips bis etwa zum Schmelzpunkte des Antimons zu erhitzen, um alles in ihm enthaltene Wasser auszutreiben.

In der Praxis der »Gipsbrennerei« treibt man das Erwärmen gewöhnlich nicht bis zur vollständigen Entwässerung des Gipses, sondern nur soweit, daß von der Gesammtmenge des Wassers (= 21 Procent vom Gewichte des Gipses) etwa 14 ausgetrieben werden und die gebrannte Masse sonach noch 7 Procent Wasser enthält. Hierfür genügt aber eine Temperatur von etwa 130 Grad C. und wäre es daher angezeigter, von einem Rösten des Gipses, als von einem Brennen desselben zu sprechen.

Wenn es sich darum handelt, eine sehr feine Sorte von Gips herzustellen, wie selbe zur Anfertigung zarter Abgüsse und Stuccoarbeiten benöthigt wird, verwendet man ein sehr reines Materiale, z. B. Fraueneis oder weißen Alabaster, welchen man auf das feinste mahlt und in flachen Pfannen in Schichten von 12—15 Cm. Höhe erhitzt. Man beobachtet bei diesem Erhitzen, welches höchstens bis zu 140 Grad C. getrieben wird, ein dem Kochen ähnliches Aufwallen der Masse und setzt das Erhitzen solange fort, bis sich eine kalte Glastafel, welche man über die Masse hält, nicht mehr mit Wasserdunst beschlägt. Der genügend gebrannte Gips soll in noch warmem Zustande in wohlverschließbare Gefäße — mit Papier ausgekleidete Fässer oder Kisten verpackt werden, weil er an feuchter Luft wieder rasch Wasser anzieht.

Die gewöhnlichen Gipssorten werden meistens in kopfgroßen Stücken dem Brennen unterworfen und dasselbe in ähnlicher Weise ausgeführt, wie dies beim Brennen der Kalksteine zum Zwecke der Darstellung von Aetzkalk geschieht. Es wird nämlich aus den Gipsblöcken ein Gewölbe gebaut, auf dieses andere Gipsblöcke geschichtet und in dieser Weise fortgefahren, bis der quadratische Schachtofen ganz mit Blöcken angefüllt ist. Unter dem Gewölbe wird ein Feuer angezündet und dieses solange unterhalten,

bis die oben liegenden Gipsblöcke in schwaches Glühen gerathen.

Diese Art des Gipsbrennens ist mit vielen Uebelständen verbunden und besteht der hauptsächlichste darin, daß die dem Feuer zunächst liegenden Gipsblöcke zu stark erhitzt werden, sie sind »todtgebrannt«, indeß die in den höheren Schichten befindlichen weit weniger gebrannt sind. Außerdem wirkt die unmittelbare Berührung der Feuergase mit den Gipssteinen reducirend auf das Calciumsulfat, welches zum Theile in Calciumsulfid übergeht, indem das Kohlenoxyd dem glühenden Calciumsulfat Sauerstoff entzieht.

$$CaSO_4 + 4\,CO = CaS + 4\,CO_2$$

Calciumsulfat Kohlenoxyd Calciumsulfid Kohlensäure.

Gips, welcher Calciumsulfid enthält, entwickelt beim Anrühren mit Wasser Schwefelwasserstoffgas und giebt weit weniger feste Gipsmassen als reiner Gips.

Sehr häufig wendet man zum Brennen der Gipssteine Schachtöfen an, in welche das zu brennende Materiale von oben überschichtet mit Brennstoff eingetragen wird und der allmählich hinabsinkende gebrannte Gips an einer unten angebrachten Seitenöffnung ausgezogen wird. Die Fig. 6 und 7 zeigen die Querschnitte eines solchen Schachtofens nach zwei aufeinander senkrechten Richtungen und stellt Fig. 8 die Ansicht eines derartigen Ofens dar. Eine zweckmäßige Abänderung eines derartigen Ofens zum Gipsbrennen besteht darin, daß man an einer Seite eine Feuerung anbringt, deren Feuergase in den mit Gipssteinen gefüllten Schacht ziehen. Die zu unterst liegenden Steine werden gar gebrannt, indeß durch die nach aufwärts steigenden heißen Gase die von oben nachsinkenden Steine vorgewärmt werden und in Folge dessen der Verbrauch an Brennstoff ein geringerer ist.

Zum Brennen von Gipssteinen werden übrigens ungemein verschiedenartige Constructionen von Oefen angewendet und findet man in manchen Gipsbrennereien muffel-

förmige Oefen in Benützung. Fig. 9 stellt einen derartigen liegenden Muffelofen dar. Der Feuerraum A, welcher einen geneigten Rost besitzt, ist von dem Brennraume B durch eine aus feuerfesten Ziegeln hergestellte Wand F, welche siebartig durchbrochen ist, getrennt. B wird mit Gipssteinen gefüllt und ziehen die aus denselben entweichenden Wasser=

Fig. 6.

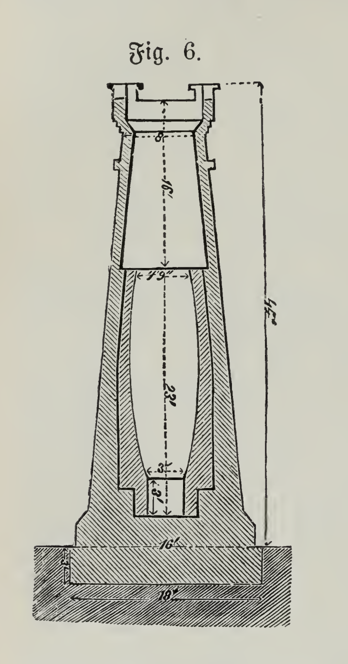
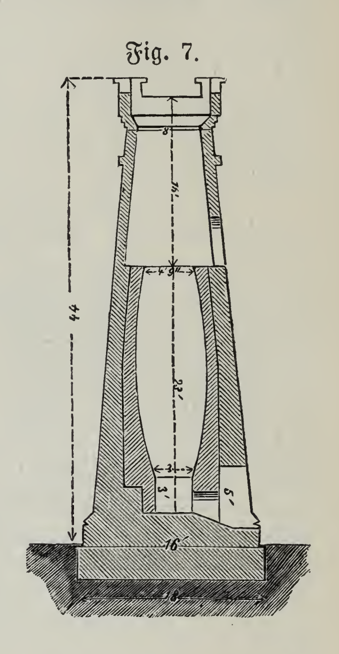


Fig. 7.



dämpfe mit den Feuergasen durch den Schlot S ab. Zweckmäßig verbindet man zwei Muffelräume mit einem Feuerraum um nach den Garbrennen des Gipses in der ersten Muffel die Feuergase sogleich nach der zweiten führen zu können.

Bei manchen Brennapparaten für Gips bringt man den gemahlenen Gipsstein in große Trommeln aus Eisenblech, welche um ihre Achse gedreht werden können. Die durchgehende Achse ist hohl und mit Oeffnungen versehen,

durch welche der Wasserdampf entweichen kann. Die zu zwei Drittel mit dem Gipsmehl gcfüllten Trommeln werden über Kohlenfeuer langsam gedreht und hierdurch sehr gleichförmig erwärmt, so daß die Entwässerung des Gipses sehr vollständig vor sich geht.

Ein für den ununterbrochenen Betrieb geeigneter Apparat zum Brennen von gemahlenem Gips ist der in

Fig. 8.

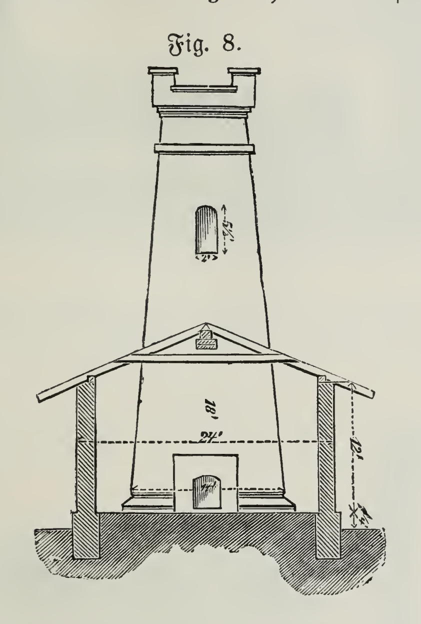
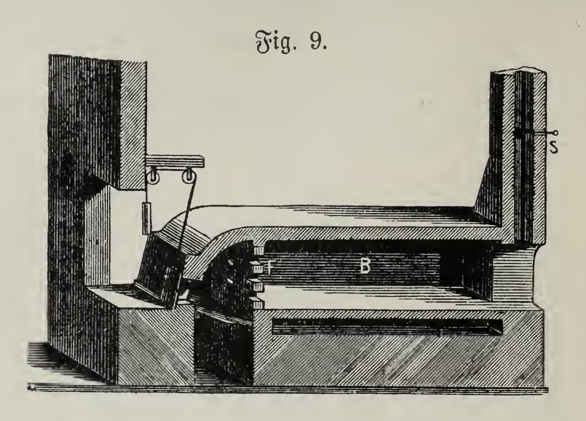



Fig. 10 abgebildete Schraubenapparat von Halliday, welcher ursprünglich für die Zwecke der trockenen Destillation von Sägespänen construirt wurde, sich aber in ausgezeichneter Weise für unsere Zwecke eignet. Der Apparat besteht aus einem cylindrischen Rohre A aus Gußeisen, in welchem sich eine Welle D dreht, an der Schraubengänge aus Blech befestigt sind. An einem Ende des in einem Ofen eingemauerten Rohres A befindet sich ein lothrecht stehender Aufsatz C, in welchem sich eine mit Schraubenflächen ver-

sehene Welle B dreht. Wenn man den Ofen anheizt, durch B Gipssteinpulver einschüttet, und die Wellen D und B in

Fig. 9.




Umdrehung setzt, so wird das in gleichförmigem Strahle durch C nach A fallende Pulver durch die Schraubengänge,

Fig. 10.

welche an D befestigt sind, immer weiter nach links bewegt und kommt so mit immer heißeren Theilen des Rohres A in Berührung. Es wird hierbei entwässert, die Wasserdämpfe ziehen durch das aufsteigende Rohr E ab und das gebrannte Gipsmehl fällt durch F in eine Grube G, in welche man Gefäße zur Aufnahme des Pulvers einstellen kann.

Beim Brennen des Gipses ist hauptsächlich darauf zu achten, daß derselbe nicht zu stark erhitzt oder »todtgebrannt« werde, indem hierdurch seine Fähigkeit, mit Wasser angerührt, eine schnell erhärtende Masse zu bilden, aufgehoben wird. Es erscheint nicht unwahrscheinlich, daß die Structur der Gipssteine mit der Temperaturgrenze des Austrocknens im Zusammenhange steht und scheint sehr dichter Gips eine höhere Temperatur zu ertragen, ohne todtgebrannt zu werden, als minder dichter Gips, welcher auf etwa 220 bis 225 Grad C. erhitzt wird, bildet, mit Wasser angerichtet, einen Brei, der sich nicht zum Gießen eignet, da derselbe tagelang stehen kann, ohne zu erhärten. Er bindet aber endlich doch ab und liefert dann eine sehr hartwerdende Masse.

Wie durch genaue Untersuchungen festgestellt wurde, sind die Verhältnisse des Wassergehaltes von Gips die nachstehenden:

| | | |
|---|---|---|
| Ungebrannter Gips zeigt einen Wassergehalt von | 20·93 | Procent |
| Gebrannter Gips auf 150 Grad C. erhitzt; für Gipsgießer ziemlich schnell erhärtend | 7—8 | » |
| Gebrannter Gips für Gipsgießer und Stuccaturarbeiter schnell erhärtend . . . . | 4·25 | » |
| Gebrannter Gips bis 200 Grad C. erhitzt, noch schnell erstarrend . . . . . . . . | 0·00 | » |
| Gebrannter Gips bis 500 Grad C. erhitzt, sehr langsam erstarrend . . . . . . . | 0·00 | » |

Wenn man Gips mit Kalk mischt und die Mischung starker Glut aussetzt, so daß sie deutlich gesintert erscheint und das Product dann mahlt, so erhält man eine Masse, welche mit Wasser angerührt, sehr bald zu einer harten

steinartigen Substanz wird, die sich für manche Zwecke genau so wie guter Cement verwenden läßt.

Die Eigenschaften eines gut gebrannten Gipses, welcher zu feinem Mehle gemahlen ist, sind, wie die vorhergehenden Zahlen beweisen, ziemlich voneinander abweichende; wir nehmen hier als Normale jene an, welche ein mit Wasser rasch abbindender Gips für Gipsgießer besitzt. Wenn man den Gips der Einwirkung des Wassers aussetzt, so zeigt sich sehr bald, daß derselbe ziemlich stark angegriffen wird. Man kann annehmen, daß ein Theil Gips von 500 Theilen Wasser gelöst wird und darf daher Gipsgegenstände, welche nicht einer besonderen Behandlung unterzogen werden, nicht der Einwirkung des Wassers aussetzen. Da der Gips in gegossenem Zustande eine ziemlich poröse Masse bildet, so dringt das Wasser bis zu einer gewissen Tiefe ein und werden dann die Gegenstände beim Erkalten unter den Gefrierpunkt in Folge der Eisbildung so zerrissen, daß sie beim Aufthauen zerbröckeln.

Der Einwirkung von kohlensauren Alkalien-, Potasche- oder Sodalösung widersteht Gips nur sehr wenig; er wird durch diese Verbindungen zersetzt, und zwar in der Weise, daß sich kohlensaurer Kalk und schwefelsaures Kali, beziehungsweise schwefelsaures Natron bilden.

Ein für die Zwecke der Herstellung von Gipsgüssen sehr wichtiges Verhalten zeigt der Gips, wenn er zugleich mit schwefelsaurem Kalium mit Wasser abgerührt wird. Es bildet sich dann ein Doppelsalz: schwefelsaures Calcium-Kalium von der Zusammensetzung $CaSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$ oder $CaK_2 (SO_4)_2 + H_2O$. Dieses Doppelsalz zeigt nach dem Erstarren einen seidenartigen Glanz und eignet sich daher sehr gut zur Anfertigung von Kunstgüssen. Zur Darstellung desselben mengt man gleiche Theile von feinst gepulvertem schwefelsaurem Kali und gebranntem Gips in trockenem Zustande auf das Innigste, fügt dem Gewichte nach die doppelte Wassermenge unter stetem Rühren zu und führt den Guß sofort aus, indem das Gemische bisweilen plötzlich erstarrt.

## Der gebrannte Kalk.

Der gebrannte Kalk, in chemischer Beziehung Calciumoxyd CaO ist ein ungemein wichtiger Körper zur Darstellung einer größeren Reihe von Kunststeinen und wird, da er auch einen wesentlichen Bestandtheil des gewöhnlichen für Bauzwecke dienenden Mörtels bildet, in großen Mengen in ausgedehnten Werken dargestellt. Das Materiale zur Herstellung des gebrannten Kalkes ist Kalkstein, der in seiner reinsten Form als weißer Marmor zur Verfügung stehen würde, wenn dieses Mineral nicht viel zu kostbar für diesen Zweck wäre. Der dichte Kalkstein kommt aber in sehr reinem Zustande mit 90—100 Procent kohlensaurem Kalk in riesigen Mengen in den Kalkgebirgen vor und wird außer als Baustein auch zum Kalkbrennen verwendet. Die reinen Kalksteine enthalten außer kohlensauren Kalk meist nur noch kleinere Mengen von Magnesia, Eisenoxydul und organischer Substanz und geben einen gebrannten Kalk von vorzüglicher Beschaffenheit. Von diesen reinen Kalksteinen angefangen giebt es zahllose Uebergänge zu minder reinen und enthalten diese Kalksteine neben dem kohlensauren Kalke größere Mengen von Magnesia, Eisenoxyd, Kieselsäure und auch Thon; sie liefern dann beim Brennen ein Product, welches zwar auch noch als gebrannter Kalk verwendbar ist, aber weit minderwerthiger ist, als das reine Product. Es kann aber auch der Fall eintreten, daß z. B. der Magnesiagehalt bis zu 30 Procent beträgt und das Mineral überhaupt nicht mehr zum Kalkbrennen taugt. Wenn namhafte Mengen von Thon und Kieselsäure vorhanden sind, so giebt das Mineral beim Brennen keinen gebrannten Kalk, sondern einen mehr oder weniger brauchbaren hydraulischen Kalk. Das beste Materiale zur Darstellung von gebranntem Kalk liefern dichte harte Kalksteine bei vorsichtigem Glühen.

Das Brennen des Kalkes wird in verschiedener Weise vorgenommen; das einfachste und dabei auch unzweckmäßigste Verfahren ist jenes, in welchem in einem aus vier Mauern

bestehenden Ofen aus den zu brennenden Kalksteinblöcken ein Gewölbe gebaut wird, auf welches man die anderen Kalksteine legt und das Ganze durch unten angemachtes Feuer zum Glühen bringt. Gegenwärtig nimmt man das Brennen fast ausschließlich in Schachtöfen mit ununterbrochenem Betriebe und in Ringöfen vor.

Die Temperatur bis zu welcher der Kalkstein erhitzt werden muß, um seinen Gehalt an Kohlensäure abzugeben, ist starke Rothglut, welche beiläufig 800—900 Grad C. entspricht; wenn die Temperatur bis auf etwa 1000 Grad C. gesteigert wird, so erfolgt das Brennen rascher ohne Nachtheil für die Beschaffenheit des Kalkes. Ein sehr reiner Kalkstein kann überhaupt bei sehr hoher Temperatur gebrannt werden, ohne daß die Beschaffenheit des gebrannten Kalkes hierdurch leidet. Anders verhält es sich aber bei Kalksteinen, welche Kieselsäure oder Thon enthalten; wenn diese stark erhitzt werden, so tritt Silicatbildung ein, der gebrannte Kalk löscht sich dann mit Wasser gar nicht oder nur sehr schlecht und wird als »todtgebrannt« bezeichnet. Kalkstein, welcher zu wenig gebrannt wurde, hat nur einen Theil seiner Kohlensäure verloren und besteht aus halbkohlensaurem Kalk $Ca_2CO_4$; er löscht sich mit Wasser ebenfalls nur schlecht und bildet mit diesem die Verbindung $CaCO_2 + Ca(OH)_2$ und wird auch (aber irrthümlich) als todtgebrannt bezeichnet.

Die Güte (Reinheit) eines gebrannten Kalkes wird nach seinem Verhalten gegen Wasser beurtheilt. Guter Kalk löscht sich, mit zwei Theilen Wasser behandelt, vollständig ab und giebt eine butterartige Masse, welche an der Luft nach einiger Zeit fest wird; man nennt solchen Kalk »fetten Kalk« oder »Weißkalk«. Ein Kalk, welcher Magnesia enthält, löscht sich mit Wasser nur langsam und giebt nach dem Löschen einen Brei, dem die fettartige Beschaffenheit mangelt. Man bezeichnet solchen Kalk als »mageren Kalk« oder Graukalk. Das Magersein tritt schon bei Gegenwart von 10 Procent Magnesia deutlich hervor — bei einem Magnesiagehalt von 30 Procent ist die gebrannte

Masse als Kalk überhaupt nicht mehr verwendbar. Auch ansehnlichere Mengen von Kieselsäure oder Thon bedingen das Magersein des Kalkes.

## Der gelöschte Kalk.

Der gebrannte Kalk ist ein ungemein kräftig Wasser anziehender Körper und verbindet sich beim Zusammentreffen mit Wasser mit demselben zu gelöschtem Kalk oder Calciumhydroxyd $Ca(OH)_2$. Die Art und Weise, wie man das Eintreten der Wechselwirkung beim »Löschen« des Kalkes leitet, hat Einfluß auf die Beschaffenheit des Productes.

Hundert Gewichtstheile gebrannter Kalk benöthigen 32 Gewichtstheile Wasser zur Bildung der Verbindung. Man geht am zweckmäßigsten in der Weise vor, daß man den gebrannten Kalk anfangs nur mit soviel Wasser übergießt, als er einzusaugen vermag. In Folge des Eintretens der chemischen Reaction findet bald eine starke Erhitzung der Masse statt, die bis zu 150 Grad C. gehen kann und beginnen die Kalkstücke dampfend zu zerklüften, indem beim Löschen eine bedeutende Volumsvermehrung eintritt. Man gießt dann langsam mehr Wasser zu und verläuft dann bei der hohen Temperatur der Proceß in sehr kurzer Zeit; die Masse zerfällt vollständig in ein ungemein zartes weißes Pulver von Calciumhydroxyd. Man kann dann letzteres durch Zugabe von mehr Wasser und starkem Umrühren der Masse in den fetten Brei verwandeln, welchen man gewöhnlich als gelöschten Kalk bezeichnet.

Es ist übrigens auch möglich, das Pulver für sich aufzubewahren, indem man dasselbe auf einen Haufen zusammenschaufelt, denselben durch Schläge mit der Schaufel dichtet und gegen Regen geschützt, liegen läßt. Selbst nach Jahren findet man, daß nur etwa eine handbreite Schichte an der Oberfläche der Masse durch Aufnahme von Kohlensäure verändert wurde, indeß die tiefer liegenden Schichten unverändert geblieben sind.

Um den mit Wasser zu Brei gelöschten Kalk unverändert zu erhalten, bringt man ihn am zweckmäßigsten in Gruben und übergießt ihn mit Wasser. Letzteres schützt den Kalk in ausgezeichneter Weise gegen die Aufnahme von Kohlensäure. Es bildet sich eine Lösung von Calciumhydroxyd im Wasser und scheidet sich auf der Oberfläche derselben ein sehr zartes Häutchen von kohlensaurem Kalk ab.

Außer zur Darstellung des gewöhnlichen Mörtels und gewisser als hydraulischer Kalk dienender Mischungen mit Puzzuolan und Traß wird der gelöschte Kalk recht häufig zur Anfertigung von künstlichen Steinen benützt. Es gehören hierher jene Massen, welche man als Schlackensteine, Steine aus Kohlenlösche, Sand u. s. w. bezeichnet. Da die Festigkeit derartiger Massen der Hauptsache nach von der Bindekraft des Kalkes abhängig ist, so eignet sich zur Anfertigung derselben nur ein Kalk von besonderer Güte und Festigkeit; magere Kalke liefern kaum ein nur einigermaßen brauchbares Product.

## Die gebrannte Magnesia.

Das kohlensaure Magnesium $MgCO_3$ kommt in der Natur in ganz reinem Zustande in Form wasserheller Krystalle als Magnesitspat oder Talkspat vor, findet sich aber weit häufiger als derb krystallinische weiße Felsmasse, welche man als Magnesit bezeichnet. Dieses Mineral hat in neuerer Zeit eine ziemliche Wichtigkeit erlangt, indem es zuerst zur Bereitung von Kohlensäure verwendet wird und der Rückstand dann als höchst werthvoller Körper zur Herstellung von Kunststeinen dient.

Beim Glühen von Magnesit giebt derselbe schon bei verhältnißmäßig niederer Temperatur, beiläufig 400 Grad C., alle Kohlensäure ab und wird in chemischen Fabriken zur Gewinnung sehr reiner Kohlensäure benützt. Der nach dem Austreiben der Kohlensäure in den Retorten hinterbleibende Rückstand besteht aus Magnesiumoxyd MgO; derselbe wird

fein gemahlen und unter dem Namen gebrannter Magnesit oder auch gebrannte Magnesia zur Herstellung verschiedener Steinmassen verwendet.

Die gebrannte Magnesia besitzt an und für sich schon die Eigenschaft, mit Wasser zusammengebracht, eine erhärtende Masse zu bilden und kann daher stark geglühte Magnesia schon an und für sich als ein vorzüglicher hydraulischer Mörtel verwendet werden. Es lassen sich aber steinartige Massen von ausgezeichneten Eigenschaften aus Magnesia und anderen chemischen Verbindungen herstellen und sind hier in erster Reihe zwei Verbindungen zu nennen. Es sind dies die Magnesia-Kalk-Cemente und die Magnesia-Chlormagnesium-Cemente.

## Die Magnesia-Cemente.

Die Magnesia vermag unter gewissen Verhältnissen ebenfalls Massen zu bilden, welche, nachdem sie mit Wasser angerührt werden, nach einiger Zeit erhärten. Man hat daher diesen Massen ebenfalls den Namen »Cemente« gegeben, obwohl sie sich in der Zusammensetzung von diesen sehr wesentlich unterscheiden.

Man erhält einen Magnesia-Cement, wenn man gebrannte Magnesia mit Kreide mischt — beide Körper müssen in Form feinster Pulver angewendet werden und das Gemische mit Wasser anrührt. Die Masse erhärtet bald und nimmt namentlich unter Wasser große Härte an. Letztere ist umso bedeutender, einer je höheren Temperatur die Magnesia beim Brennen ausgesetzt wurde.

Cementmassen dieser Art lassen sich unmittelbar durch Brennen von Dolomit darstellen. Wenn man Dolomit (bestehend aus Calciumcarbonat und Magnesiumcarbonat) der schwachen Rothgluth unterwirft, so wird nur aus dem Magnesiumcarbonat die Kohlensäure ausgeschieden, indeß das Calciumcarbonat seinen Gehalt an Kohlensäure erst bei höherer Temperatur abgiebt. Da das Brennen leichter und gleichmäßiger vor sich geht, wenn man den gepulverten

Dolomit erhitzt, so mahlt man das Gestein vorher zu feinem Pulver. Das geglühte Pulver braucht blos mit Wasser angerührt zu werden, um einen Brei zu ergeben, der ähnlich wie Portland-Cement, doch langsamer als dieser bindet und namentlich beim Aufbewahren unter Wasser sehr fest wird.

Man kann das geglühte Dolomitpulver auch mit Füllstoffen, Sand und Kies mischen und damit einen Cementmörtel herstellen, der sich recht gut für Wasserbauten eignet, aber in Bezug auf Festigkeit guten Portland-Cement doch nicht erreicht.

## Der Albolith oder die Weiß-Cemente.

Wenn man fein gemahlenen Magnesit glüht und mit einer gewissen Menge von nicht krystallinischer Kieselsäure z. B. mit Kieselguhr auf das Innigste mischt, so erhält man eine Masse, welche beim Anrühren mit Wasser einen Brei bildet, welcher allmählich erstarrt und eine rein weiße Masse darstellt. Man hat diese Masse daher als Albolith, d. h. Weißstein bezeichnet und dieselbe zur Herstellung verschiedener Kunstgegenstände verwendet, ohne daß jedoch die Albolithmasse bis nun allgemeinen Eingang in der Praxis gefunden hätte.

## Der Cajalith.

Die Bezeichnung Cajalith ist nur ein anderer Name für jene Massen, welche aus Magnesia und Kieselsäure hergestellt werden. Der rein weißen Farbe wegen, welche diesen Massen eigen ist, lassen sie sich durch Beimengung kleiner Mengen intensiv gefärbter Farbstoffe leicht in zarten Farbentönen wie rahmgelb, rosenroth, wasserblau, wassergrün u. s. w. erhalten und geben auch kräftiger ausgedrückte Farben sehr rein wieder.

Man kann daher diese Massen, sowohl Albolith als Cajalith zur Darstellung kleiner Luxusgegenstände wie Figürchen, kleinen Vasen, Decorationsschüsseln u. s. w.

recht gut verwenden, überhaupt für solche Gegenstände, bei welchen das Hauptgewicht auf das hübsche Aussehen gelegt wird und die Festigkeit nicht besonders in Anspruch genommen wird.

## Der Carrarit.

Dem Verfasser dieses Werkes ist es gelungen, eine Gußmasse darzustellen, welche in ihrem Aussehen so sehr dem rein weißen Marmor von Carrara gleicht, daß er demselben den Namen Carrarit beigelegt hat. Die Darstellung der Carraritmasse findet in folgender Art statt:

Ganz reiner weißer Magnesit wird auf das Feinste gemahlen und bei einer Temperatur von 700—800 Grad C. gebrannt. Diese Masse wird in ein Gefäß mit Wasser gebracht, mit letzterem zu einer Milch angerührt und letztere dann sich selbst überlassen. Nach einiger Zeit hat sich am Boden des Gefäßes ein Klumpen von weißer Farbe abgelagert, welchen man aushebt, soweit durch Abpressen von überschüssigem Wasser befreit, daß er eben einen formbaren Brei bildet, den man je nach der Größe des zu formenden Gegenstandes in einer 8—20 Mm. dicken Schichte in die Formen preßt. Wenn man Hohlformen verwenden muß, z. B. bei der Anfertigung einer Büste, so preßt man die Masse in die einzelnen Stücke der Form ein, schneidet die vorstehenden Theile mit einem scharfen Messer glatt ab, bestreicht die so erhaltenen glatten Ränder der Masse mittelst eines weichen Pinsels mit etwas dünnerer Masse (letztere kann für unseren Zweck die Beschaffenheit von dünnem Rahm haben) preßt die Formtheile scharf aneinander und bindet sie schließlich mittelst starker Bindfaden.

Die Form wird nun an einem gegen Erschütterung geschützten Ort solange sich selbst überlassen, bis die Magnesiamasse ganz erhärtet ist. Man hebt dann die einzelnen Theile der Form vorsichtig ab, beseitigt die an der Magnesia etwa hervortretenden Gußnähte und bessert irgend welche Fehler mit frischer Masse nach. Der Gegenstand soll nun an einem gegen Staub geschützten Orte solange stehen,

bis er vollkommen lufttrocken geworden ist. Da das Austrocknen auf diese Weise ziemlich lange Zeit in Anspruch nimmt, ist es zu empfehlen, eine größere Zahl von Gegenständen auf einmal in einem kleinen stark geheizten Zimmer oder in einer besonderen Trockenstube auszutrocknen. Es ist für das Gelingen der nachfolgenden Operation von Wichtigkeit, daß die Masse ihrer ganzen Dicke nach vollständig ausgetrocknet werde und kein Wasser mehr hinterbleibe.

Die soweit behandelten Gegenstände haben nunmehr das Aussehen einer matten Porzellanmasse und werden, um ihnen das durchscheinende Aussehen des weißen carrarischen Marmors zu geben, einer Behandlung mit Kohlensäure unterzogen. Die Masse besteht in dem gegenwärtigen Zustande aus Magnesiumhydroxyd; durch Behandeln mit Kohlensäure geht das Magnesiumhydroxyd allmählich in basisches Magnesiumcarbonat über, welches ein krystallinischer Körper ist und daher viel durchscheinender ist als das Magnesiumhydroxyd.

Man führt die Behandlung der Masse mit Kohlensäure in der Weise durch, daß man die geformten Gegenstände soviel als möglich einander nahe in einer kleinen Kammer aufstellt, in diese einen kleinen Cokeskorb stellt und die Thür der Kammer schließt. Die durch Verbrennen des Cokes entstehende Kohlensäure wird von der Masse aufgenommen, doch dauert es namentlich bei etwas dickwandigen Gegenständen ziemlich lange, bis sich der chemische Vorgang durch die ganze Dicke der Masse vollzogen hat.

Ist endlich die Sättigung eingetreten, so zeigt sich dies ganz deutlich an dem nunmehr ganz veränderten Aussehen der Körper: das kreidige Aussehen und die der Lichtundurchlässigkeit wegen harten Linien sind verschwunden, der Gegenstand zeigt eine, jener des weißen Marmors ähnliche Durchlässigkeit für das Licht, welche besonders an dünnen Stellen stark hervortritt (z. B. an der Nase von Büsten) und hat weiche Kanten erlangt. Durch Poliren mit weichen Wolllappen kann man den matten Glanz der Masse

noch erhöhen und halten Kunstgegenstände, welche man aus der Carraritmasse dargestellt hat, neben Gegenständen, die wirklich aus weißem Marmor angefertigt sind, den Vergleich mit diesen sehr gut aus. Da die Anfertigung der Carraritmasse eine ziemlich umständliche und mühevolle ist, wird sich dieselbe vorläufig nur zur Nachbildung von Kunstwerken eignen; es ist aber auch möglich, aus derselben Platten herzustellen, welche die vollkommenste Nachbildung von Platten aus weißem Marmor sind und in ausgezeichneter Weise zum Austäfeln u. s. w. verwendet werden können.

---

VI.

## Die chemischen Producte, welche bei der Fabrikation von künstlichen Steinmassen verwendet werden.

Wir kennen eine größere Zahl von Verbindungen, welche mit einem der in den vorstehenden Abschnitten beschriebenen Körper steinartige Massen bilden und daher ebenfalls zu den Materialien für die Fabrikation von Kunststein gerechnet werden müssen. Ihrer Natur nach zeigen diese Körper so große Verschiedenheit, daß es nicht möglich ist, dieselben in Gruppen zusammenzufassen; es bleibt daher nichts übrig, als sie einzeln zu schildern, soweit dies für das Verständniß ihrer Wirksamkeit bei der Bildung von steinartigen Massen nöthig ist.

### Das Wasserglas.

Wenn man Kieselsäure in Form von feinem Quarzsand oder von Kieselguhr mit entwässerter Soda mengt

und das Gemenge zu starkem Glühen bringt, so wird durch die Kieselsäure die Kohlensäure ausgetrieben und vereinigt sich das Natron mit der Kieselsäure zu kieselsaurem Natron oder Natronsilicat. Dasselbe erscheint als eine farblose oder harte Masse von großer Sprödigkeit, welche in ihrem Aussehen die größte Aehnlichkeit mit rohem Glase besitzt. Sie unterscheiden sich aber sehr wesentlich von diesem durch die Eigenschaft, sich nach längerem Kochen mit Wasser in diesem zu lösen und je nach der angewendeten Wassermenge eine dickere oder dünnere Lösung zu bilden.

Die Wasserglaslösungen zeigen ein sehr eigenthümliches Verhalten, wenn man sie der Luft aussetzt. Die Flüssigkeit trübt sich nämlich, scheidet weißliche Flocken aus, erstarrt nach einiger Zeit zu einer halbfesten sulzigen Masse. Wenn man diese mit einer größeren Menge von Wasser behandelt, so löst sich in diesem kohlensaures Natron und schließlich hinterbleibt eine weiße gallertartige Masse, welche aus löslicher Kieselsäure besteht. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in dem eigenthümlichen Verhalten der Kieselsäure bei verschiedenen Temperaturen.

Bei hoher Temperatur ist die Kieselsäure die stärkste aller Säuren; sie scheidet nicht nur aus der Soda die Kohlensäure ab, sondern treibt auch aus schwefelsauren Salzen die Schwefelsäure aus; man könnte daher auch durch Schmelzen von Kieselsäure mit schwefelsaurem Natron Wasserglas darstellen.

Bei gewöhnlicher Temperatur ist hingegen die Kieselsäure eine so schwache Säure, daß sie schon durch Kohlensäure aus dem Wasserglase ausgeschieden wird. Da die Luft stets gewisse Mengen von Kohlensäure enthält, so wirkt diese in der oben angeführten Weise auf die Lösung des Wasserglases ein. Durch unmittelbaren Zusatz einer Säure: Essig, Salzsäure u. s. w. zu einer Wasserglaslösung erstarrt diese augenblicklich zur Gallerte.

Von allen Silicaten sind die Verbindungen von Natron und Kali mit Kieselsäure allein in Wasser löslich. Fügt

man daher zu einer Wasserglaslösung eine Lösung irgend eines anderen Salzes, so entsteht sofort ein Niederschlag, welcher aus dem Silicat des betreffenden Metalloxydes besteht. Verwendet man z. B. eine Lösung von Chlorcalcium ($CaCl_2$), so entsteht ein Niederschlag aus Calciumsilicat und enthält die Flüssigkeit dann Chlornatrium in Lösung. Gießt man eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul (Eisenvitriol) in eine Lösung von Wasserglas, so erhält man einen Niederschlag, welcher aus Eisensilicat besteht, indeß in der Flüssigkeit schwefelsaures Natron gelöst bleibt.

Man benützt das eben geschilderte Verhalten des Wasserglases in der Fabrikation von künstlichen Steinmassen bisweilen, um letztere dichter zu machen und ihnen eine größere Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung des Wetters zu ertheilen. Wenn man z. B. eine genügend poröse Kunststeinmasse mit einer Lösung von Wasserglas so oft bestreicht, als dieselbe noch aufgesaugt wird, so dringt dieselbe bis zu einer gewissen Tiefe ein und wird nach längerem Liegen des Steines an der Luft in den Poren gallertartige Kieselsäure ausgeschieden sein, und das neu entstandene kohlensaure Natron an der Oberfläche auswittern, oder durch Behandeln des Steines mit Wasser aufgelöst werden.

Durch die in den Poren des Steines abgelagerte Kieselsäure wird der Stein undurchlässiger und in Folge dessen von größerer Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse.

Man kann auch in der Weise vorgehen, daß man den trockenen Stein mit einer Lösung von Chlorcalcium tränkt und dann unter Anwendung von künstlicher Wärme scharf austrocknet. Wenn man ihn dann mit einer Lösung von Wasserglas tränkt, so findet in den Poren der Steine die Umsetzung zwischen Chlorcalcium und kieselsaurem Natron statt: es wird kieselsaurer Kalk als unlöslicher Körper ausgeschieden und wittert das lösliche Chlornatrium aus, oder wird durch Waschen des Steines mit Wasser beseitigt.

Das Wasserglas wird auch unmittelbar zur Herstellung künstlicher Steinmassen verwendet, so z. B. bei der Fabrikation des sogenannten Kunstmeerschaums. Eine Hauptanwendung des Wasserglases ist aber die zur Herstellung von schützend wirkenden Ueberzügen aus Kieselsäure auf künstlichen und natürlichen Steinmassen, und leistet das Wasserglas, richtig angewendet, gerade in dieser Beziehung Dienste, wie sie von keinem anderen zu gleichem Zwecke verwendeten Körper geleistet werden.

## Das Magnesiumchlorid.

Dieses Salz, auch Chlormagnesium genannt, $MgCl_2$, wird gegenwärtig sehr häufig zur Anfertigung künstlicher Steine verwendet, indem es zu sehr billigen Preisen im Handel zu haben ist, und die mit diesem Salze hergestellten Steine bezüglich ihrer Festigkeit und Haltbarkeit vorzügliche Eigenschaften zeigen.

Das Magnesiumchlorid kommt immer in Verbindung mit Wasser vor und besitzt die Zusammensetzung $MgCl_2 + 6\,H_2O$. Beim Erhitzen des Salzes verdunstet nicht nur das Krystallwasser aus dem krystallisirten Salze, sondern es findet eine vollständige Zerlegung desselben statt, wobei sich unter Entwickelung von Chlorwasserstoff (Salzsäure) eine basische Verbindung des Magnesiumoxydchlorid $Mg_2OCl_2$ nach folgender Gleichung bildet:

$$MgCl_2 + H_2O = MgO + 2\,HCl$$
$$2\,MgCl_2 + H_2O = Mg_2OCl_2 + 2\,HCl$$

Das Magnesiumchlorid ist ungemein hygroskopisch und zerfließt an der Luft sehr rasch; es löst sich schon in 0·60 Theilen kalten und 0·273 heißen Wassers. Die folgende kleine Tabelle zeigt die Löslichkeitsverhältnisse dieses Salzes.

| Die Lösung enthält Procente Chlormagnesium | Die Lösung zeigt das specifische Gewicht |
|---|---|
| 5 | 1·0194 |
| 10 | 1·0395 |
| 15 | 1·0599 |
| 20 | 1·0807 |
| 25 | 1·1018 |
| 30 | 1·1232 |
| 35 | 1·1451 |
| 40 | 1·1673 |
| 45 | 1·1901 |
| 48 | 1·2042 |

Um für die Arbeit immer gleich die erforderliche Lösung des Salzes in der gewünschten Concentration vor sich zu haben, ist es zu empfehlen, das feste Salz in einem Korbe über ein Faß zu hängen und mit Wasser zu besprengen; es bildet sich dann eine gesättigte Lösung, welche 48 Procent Chlormagnesium enthält und in das Faß abtropft.

Durch wiederholtes Besprengen kann man auf diese Weise rasch eine große Menge der höchst concentrirten Lösung des Salzes darstellen und braucht dieselbe dann vor der Verwendung nur entsprechend mit Wasser zu verdünnen.

Das Chlormagnesium besitzt die Eigenschaft, mit scharf gebrannter Magnesia zusammengebracht, steinartige Massen zu bilden und entstehen auch solche, wenn man die Lösung dieses Salzes mit Wasserglas mischt und gründet sich auf dieses Verhalten die immer ausgedehnter werdende Anwendung des Chlormagnesiums in den Gewerben.

## Das Zinkchlorid.

Das Zinkchlorid oder Chlorzink, $ZnCl_2$ wird zur Herstellung sehr harter und schön glänzender Steinmassen

verwendet und findet eine ziemlich ausgedehnte Anwendung zur Anfertigung kleiner Kunstgegenstände, wie Cameen, kleine Figuren u. s. w. Man stellt dieses Salz am zweckmäßigsten selbst dar, und zwar folgender Weise: Ein Faß wird lose mit Abschnitzeln von Zinkblech, welche vom Klempner bezogen werden können, angefüllt und dann soviel Salzsäure zugegossen, daß die Flüssigkeit etwa bis zur halben Höhe des Fasses reicht. Das Zink löst sich unter starker Entwickelung von Wasserstoffgas und Erhitzung in der Salzsäure auf und trägt man, nachdem die Gasentwickelung aufgehört hat, neuerdings Zink und Salzsäure ein; am Ende der Operation soll etwas Zink im Ueberschusse vorhanden sein.

In der auf diese Weise enthaltenen Flüssigkeit ist neben Zinn noch Eisen, Blei und Zinn (die beiden letzteren rühren von Ueberresten des Klempnerlothes her, welche den Zinkabfällen anhaften) gelöst. Um diese Metalle abzuscheiden, hängt man einige längere Zinkblechstreifen in die Flüssigkeit und rührt zeitweilig mit denselben um. Nach einigen Tagen hat sich am Boden des Fasses ein bräunlicher Bodensatz gebildet, welcher aus Eisenoxydhydrat besteht; das in der Flüssigkeit gelöste Blei und Zinn wird in Form einer schwammartigen Metallmasse abgeschieden und kann wieder zu Klempnerloth verwendet werden.

Man kann die so gereinigte Lösung des Chlorzinkes nicht durch Filtriren von den festen Körpern trennen, da sie die Filtrirsubstanzen sehr rasch zerstört, sondern muß sie mit einem Heber abziehen, solange sie noch klar abläuft. Durch Eindampfen der Lösung kann man das Zinkchlorid wasserfrei erhalten und erstarrt das wasserfreie Salz beim Erkalten zu einer festen Masse von butterartiger Beschaffenheit, weshalb man das wasserfreie Zinkchlorid auch als Zinkbutter bezeichnet. Für unsere Zwecke genügt es, die Lösung in der Concentration zu haben, wie man sie durch Sättigen der Salzsäure mit Zink erhält.

Die Lösung des Zinkchlorides und in noch höherem Maße das feste Präparat haben Eigenschaften, welche Vorsicht beim Arbeiten mit demselben nothwendig machen. Sie

sind nicht nur in hohem Grade giftig, sondern wirken schon ziemlich verdünnte Lösungen des Salzes ätzend auf die Haut. Man muß sich daher hüten, beim Arbeiten mit dieser Substanz die Haut zu benetzen.

Ein eigenthümliches Verhalten zeigt die Lösung des Zinkchlorides gegen stark geglühtes Zinkoxyd; beim Verrühren mit letzterem entsteht unter Bildung einer aus Zinkoxyd-Chlorzink bestehenden Verbindung eine steinharte Masse, welche die oben erwähnte Anwendung findet.

Außer den vorerwähnten Körpern werden bei der Darstellung von künstlichen Steinen noch eine Anzahl von Substanzen mineralischen Ursprunges verwendet, wie Alaun, Borax, Bariumsalze, doppeltchromsaures Kali und eine ganze Reihe sogenannter Erdfarben, wie Ocker, Berggrün und eine große Zahl von künstlich dargestellten Mineralfarben. Dieser Stoffe soll bei der Beschreibung der einzelnen Kunststeine, bei welcher sie in Verwendung kommen, noch nähere Erwähnung gethan werden.

Von nicht mineralischen Stoffen kommen hauptsächlich solche bei der Fabrikation von künstlichen Steinmassen zur Verwendung, welchen eine größere Bindekraft zukommt. Wir verwenden hauptsächlich Gummi, Leim und Caseïn zu diesem Zwecke.

## Das Gummi.

Vom Gummi braucht man nicht gerade die feinsten Sorten, welche hoch im Preise stehen, zu verwenden, sondern genügt jede bräunlich gefärbte Sorte, welche jedoch frei von einem nicht selten vorkommenden und als Verfälschung anzusehenden Zusatz von Harz sein muß. Man stellt die Gummilösungen am besten auf die Weise dar, daß man in einem Liter Wasser 10 Gr. gewöhnlichen Borax löst, diese Flüssigkeit zum Kochen erhitzt und das Gummi in derselben löst. Die Flüssigkeit wird nach dem Erkalten in Glasflaschen gegossen und diese an einen gegen Erschütterung geschützten Ort gestellt. Es sinken hierbei allmählich alle in der Gummilösung schwebenden festen Körper auf den Boden der Flasche

hinab und erhält man so eine ganz klare Gummilösung, ohne daß man zum Filtriren derselben Zuflucht nehmen muß, welche Arbeit bei der zähflüssigen Beschaffenheit der Gummilösungen sehr lange Zeit beansprucht.

Der Zusatz von Borax zu dem Wasser, welches zum Lösen des Gummis verwendet werden soll, hat den Zweck, die Lösung vor Gährung und Schimmeligwerden zu bewahren. In Gummilösungen, welche bloß mit Wasser dargestellt wurden, treten sehr bald Gährungen ein, es wird Milchsäure gebildet und verliert die Gummilösung dann an Klebkraft. In der mit Borax versetzten Lösung treten hingegen niemals Gährungserscheinungen auf.

## Der Leim.

Dieser Körper ist zur Darstellung vieler Kunststeinmassen von Wichtigkeit und empfiehlt es sich immer, nur eine feine Sorte von Leim zu verwenden; geringe Sorten von Leim haben wenig Bindekraft und gewöhnlich auch eine sehr dunkle Färbung, welche bei der Darstellung von weißen Steinmassen störend wirken würde. Als beste Sorte für unsere Zwecke erweist sich der sogenannte Kölner Leim.

Der Leim muß immer in Form einer ganz klaren Lösung, welche vollkommen frei von festen oder gequollenen Leimstückchen ist, angewendet werden und stellt man eine solche Lösung am besten nach folgendem Verfahren her:

Der zu verwendende Leim wird in ein Gefäß gebracht, welches aber nur zu einem Drittel mit Leim gefüllt werden darf und mit Wasser übergossen.

Das Wasser wird nach je zwölf Stunden abgegossen und durch frisches ersetzt. In Berührung mit kaltem Wasser quillt der Leim so stark auf, daß er das Mehrfache seines Volumens in trockenem Zustande einnimmt, und giebt hierbei an das Wasser viele fremde Stoffe, wie Salze und Farbstoffe ab, so daß mit der Quellung auch eine Reinigung verbunden ist.

Nachdem der Leim zu einer gleichförmigen, durchscheinenden und sehr elastischen Masse aufgequollen ist, welcher Zustand gewöhnlich nach dreitägiger Berührung mit Wasser eintritt, gießt man das Wasser ab, läßt den Leim abtropfen und braucht ihn dann nur ganz gelinde zu erhitzen, um sofort eine ganz klare Lösung zu erhalten, die man durch Zusatz von heißem Wasser beliebig stark verdünnen kann. Wenn man den Leim zwar gequollen in Bereitschaft haben will, ohne ihn jedoch sofort zu schmelzen, so muß man ihn conserviren, denn der nasse Leim geht sehr leicht in Fäulniß über. Um den gequollenen Leim zu conserviren, übergießt man ihn, nachdem das letzte Wasser abgegossen ist, mit einer Lösung von 10 Gr. Borax auf je ein Liter Wasser, wodurch das Eintreten der Fäulniß vollständig verhindert wird und der gequollene Leim beliebig lange aufbewahrt werden kann.

## Der Chromleim.

Durch Einwirkung gewisser Chromverbindungen erlangt der Leim eine Eigenschaft, welche für die Darstellung steinartiger Massen von großer Wichtigkeit ist. Er verliert nämlich die Fähigkeit, in Berührung mit Wasser aufzuquellen, und löst sich dann auch nicht mehr in kochendem Wasser, so daß der Chromleim in vorzüglicher Weise zum Imprägniren gewisser künstlicher Steine, welche der Witterung sonst wenig Widerstand leisten würden, geeignet erscheint.

Die Darstellung von Chromleim erfolgt auf folgende Art. Man läßt eine gewogene Menge Leim in der oben beschriebenen Weise in Wasser quellen, schmilzt den Leim dann in einem Kessel, und fügt eine warm bereitete Auflösung von doppeltchromsaurem Kali (das im Handel auch als rothes Chromkali bezeichnete Salz) zu der Flüssigkeit. Dieselbe muß durch einige Zeit gerührt werden, damit die Lösung des doppeltchromsauren Kalis durch die gesammte Leimmasse vertheilt wird. Man bedeckt sodann den Kessel und läßt den Inhalt desselben erstarren. Man verwendet 2—$2^1/_2$ Procent

vom Gewichte des Leimes an doppeltchromsaurem Kali. Der so erhaltene Chromleim muß vom Lichte abgeschlossen aufbewahrt werden, da er erst durch die Einwirkung des Lichtes die Eigenschaft des nicht Löslichseins erlangt. Bei der Anwendung schmilzt man eine entsprechende Menge des Chromleims, verdünnt sie, soweit dies nothwendig erscheint mit Wasser, bestreicht mit der Flüssigkeit die zu imprägnirende Masse und setzt letztere dem Lichte aus. Die Veränderung tritt im Laufe einiger Tage ein und geht bei directer Einwirkung des Sonnenlichtes schneller vor sich, als in zerstreutem Lichte. In letzterem ist übrigens nach 5—6 Tagen der Chromleim auch ganz unlöslich geworden.

Der Chromleim hat die Eigenschaft, selbst bei länger andauernder Berührung mit Wasser nur ganz wenig aufzuquellen und macht ihn diese Eigenschaft auch zur Anfertigung von elastischen Formen für Güsse von Kunststeinen sehr werthvoll. Formen aus Chromleim sind von weit größerer Dauerhaftigkeit als solche, welche nur aus gewöhnlichem Leim hergestellt werden.

## Das Caseïn.

Das in der Milch der Säugethiere gelöst vorhandene Caseïn oder der Käsestoff ist ein Körper, welcher große Bindekraft besitzt und in Folge dessen zweckmäßig zur Darstellung mancher künstlicher Steinmassen verwendet werden kann. Ueberdies läßt sich das Caseïn gut als Schutz unmittelbar gegen den Einfluß der Witterung an Kunststeinen verwenden. Man stellt das Caseïn auf folgende Weise dar:

Frisch gemolkene Kuhmilch wird auf Eis gestellt und nach mehreren Stunden der obenauf schwimmende Rahm sorgfältig abgenommen. Diese Operation wird so oft wiederholt, bis die Milch keinen Rahm mehr abscheidet und als vollkommen frei von Fett angesehen werden kann. Sie muß dann in durchfallendem Lichte ein bläuliches Aussehen zeigen. Die entfettete Milch wird mit einer kleinen Menge

von Essig versetzt und hierdurch der Käsestoff zum Gerinnen gebracht. Man quirlt die geronnene Milch gut durch, um den Käsestoff in feine Klümpchen zu zertheilen, läßt ihn dann auf einem ausgespannten Tuche abtropfen und wäscht ihn durch mehrmaliges Uebergießen mit Wasser aus.

Der gereinigte Käsestoff wird mit den Händen zu Klumpen geballt, die man gut auspreßt und sodann in eine geräumige Flasche gestopft, die man zu vier Fünftel mit der Masse ausfüllt. Man übergießt die Masse dann mit soviel Aetzammoniak, daß sie von demselben ganz bedeckt ist und überläßt die verschlossene Flasche unter öfterem starkem Umschütteln sich selbst. Nach einigen Tagen hat sich das Caseïn in dem Ammoniak gelöst und erscheint die Lösung als eine schwach gelblich gefärbte, dicke Flüssigkeit.

Gießt man die Caseïnlösung auf eine Glasplatte aus, so verdunstet allmählich das Wasser und das Ammoniak und hinterbleibt das Caseïn in Form einer farblosen Schichte, welche nach dem vollständigen Austrocknen eine bedeutende Härte erlangt. Wenn man die Glastafel mit der Caseïnschichte, bevor letztere noch hart geworden ist, in eine Lösung von Gerbstoff z. B. in eine Abkochung von Galläpfeln in Wasser legt, so verbindet sich das Caseïn mit dem Gerbstoff zu einer ganz unlöslichen Verbindung, welche in ihren Eigenschaften gewisse Aehnlichkeit mit jener des Leders zeigt und eine sehr große Widerstandsfähigkeit gegen feuchte Luft und Wasser besitzt.

Man macht in der Fabrikation von Kunststeinen Anwendung von diesem Verhalten, indem man die aus poröser Masse hergestellten Gegenstände, Bauverzierungen u. dgl. mit Caseïnlösung bestreicht und nachdem der Geruch nach Ammoniak verschwunden ist, in Gerbstofflösung taucht oder einige Male mit dieser bestreicht. Die Poren der Kunststeine werden auf diese Weise mit der vorerwähnten lederartigen Masse erfüllt und erlangt der Stein hierdurch große Haltbarkeit. Als wichtig ist hervorzuheben, daß Kunststeine durch diese Behandlung auch gegen Frost widerstandsfähig ge-

macht werden können, da der Ueberzug das Eindringen des Wassers vollständig verhütet.

Kunststeine, welche mit Caseïnlösung behandelt werden, lassen sich auch sehr schön mit verschiedenen Theerfarben färben. Man braucht zu diesem Behufe den Stein blos in eine Lösung des betreffenden Theerfarbstoffes (Fuchsinroth, wasserlösliches Blau u. s. w.) zu legen, um ihn nach kurzer Zeit bleibend gefärbt zu erhalten, indem sich der Farbstoff mit dem Caseïn zu einer unlöslichen Verbindung vereinigt.

## Das Glycerin.

Dieser Körper, welcher gegenwärtig bei der Verarbeitung von Talg zum Zwecke der Darstellung von Stearinkerzen in großen Mengen gewonnen wird, erscheint in Form einer sehr dicken Flüssigkeit, welche im Aussehen geschmolzenem Glase gleicht. Sie besitzt einen intensiv süßen Geschmack und läßt sich mit Wasser in jedem Verhältnisse mischen. Bei der Herstellung von steinartigen Massen findet das Glycerin nur mittelbare Bedeutung, indem man durch Mischen von Glycerin mit Leim eine Masse erhält, welche bleibend einen hohen Grad von Elasticität besitzt, und sich daher in vorzüglicher Weise zur Herstellung von Gießformen mit übergreifenden Rändern eignet.

## Die Füllkörper.

Bei der Darstellung von künstlichen Steinmassen wendet man nur in selteneren Fällen die bindenden Körper: Thon, Cement, Gips u. s. w. für sich allein an, sondern trachtet, durch Vermischen derselben mit anderen Substanzen Massen zu erhalten, welche einem besonderen Zwecke entsprechen. In diesem Falle wirkt der Thon, Cement u. s. w. nur als Bindemittel, welcher die beigemengten Substanzen zu einem festen Ganzen vereinigt. Je größer die Mengen dieser Substanzen sein können, ohne daß die Festigkeit der

künstlichen Steinmassen verringert wird, desto besser erfüllt dasselbe seinen Zweck.

Wir bezeichnen diese Substanzen als »Füllkörper«, weil sie die Aufgabe haben, den größeren Theil der Masse des Kunststeines zu erfüllen, so daß dem Bindemittel das kleinere Volumen zukommt. In einem aus Cement und Sand hergestellten Kunststeine können z. B. zwei oder drei Raumtheile Füllkörper (Sand) und ein Theil Bindemittel (Cement) enthalten sein.

Die Zahl der Füllkörper ist eine so große, daß man annehmen kann, jeder mineralische feste Körper könne als Füllmittel verwendet werden, wenn er von solcher Beschaffenheit ist, daß zwischen ihm und dem Bindemittel keine chemische Wechselwirkung stattfindet. Es können daher die Mehrzahl der Felsgesteine als Füllkörper verwendet werden, und zwar in Form des feinsten Sandes von der Beschaffenheit eines Mehles bis zu Stücken, welche die Größe des gewöhnlichen Straßenschotters haben.

Wenn es sich darum handelt, künstliche Steinmassen herzustellen, welche sich durch besondere Härte auszeichnen, wird man besonders harte Mineralien oder sehr harte Kunstproducte als Füllkörper anwenden, und nennen wir in dieser Beziehung Feldspat (Härte 6), Quarzmehl (Härte 7), Mehl vom Korund (Härte 9), Basalt, Glasmehl und Carborundum (Härte zwischen 9 und 10), wie man sie z. B. für Schleifsteine benöthigt.

Poröse Kunststeine werden unter Anwendung von Kieselguhr, oder von solchen Substanzen, welche beim Brennen der Masse verschwinden, angefertigt. Für letztere Zwecke benützt man kleingehacktes Stroh, Sägespäne, feines Holzmehl, Kohlepulver u. s. w.

Farbigen Kunststeinen setzt man als Füllkörper farbige erdartige Mineralien, wie Pulver von Rotheisenstein, Braunstein, Bolus u. s. w. zu oder verwendet unmittelbar künstlich dargestellte Mineralfarben zu diesem Zwecke. Da es bei vielen farbigen Kunststeinen nicht darauf ankommt, die Gesammtmasse des Steines zu färben, sondern nur die Ober-

fläche farbig erscheinen zu lassen, stellt man sich Massen dar, welche als Ueberzüge der Kunststeine verwendet werden. Je nach der Beschaffenheit, welche der Kunststein haben soll, benützt man zu diesen Ueberzügen farbige Lackmassen oder auch farbige Massen von glasartiger Beschaffenheit, welche dem eigentlichen Kunststeine aufgeschmolzen werden und welche man als Glasuren bezeichnet.

Die Form, welche die Füllkörper besitzen, ist für die Festigkeit, welche die künstlichen Steine zeigen, eine sehr wichtige Sache. Je kantiger und unebener die Stücke der Füllkörper sind, desto größer ist die Oberfläche, mit welcher sie mit dem Bindemittel in Berührung stehen und desto größer ist dementsprechend auch die Festigkeit, welche dem Kunststein eigen ist. Man kann sich hiervon durch einen einfachen Versuch überzeugen.

Man stellt zwei gleiche Kunststeinmassen aus Cement und Quarzsand dar. Die eine wird mit scharfkantigem Quarzsand, wie man ihn durch Mahlen von Kieselsteinen erhält, angefertigt, die andere wird mit feinem Quarzwellsand hergestellt. Wenn man letzteren mit Vergrößerungsgläsern untersucht, so zeigt es sich, daß die einzelnen Quarzkörnchen keine scharfen Kanten und Ecken besitzen, sondern in Folge der rollenden Bewegung durch das Wasser abgerundet sind und mehr oder weniger dieselbe Form im Kleinen zeigen, welche man an Rollkieseln im Großen sieht. Bei den Festigkeitsproben — Zerbrechen, Zerdrücken und Zerreißen — zeigt es sich immer, daß die mit dem scharfen, durch Mahlen von Kieselsteinen gewonnenen Sande angefertigten Steine die anderen an Festigkeit bedeutend übertreffen.

Neben der Form der Füllkörper hat auch die Größe der einzelnen Stücke der letzteren großen Einfluß auf die Beschaffenheit der künstlichen Steine. Für Bauzwecke, wie zur Herstellung großer Bausteine für Hafenbauten, Betonmauerwerk u. s. w. wendet man große Stücke von Füllkörpern an; für kleinere Gegenstände, Bauornamente, Kunstgüsse müssen kleinere Stücke von Füllkörpern angewendet werden, um Massen von granitartigem, sandstein- oder

marmorähnlichem Ansehen zu erhalten. Für künstliche Steine, welche zum Schleifen und Poliren harter Gegenstände verwendet werden sollen, benützt man die Füllkörper in Form der feinsten Vertheilung, welche überhaupt durch mechanische Mittel erreichbar ist.

Die mechanische Zubereitung: die Reinigung der Rohmaterialien, die Zerkleinerung und Sortirung der Füllkörper nach Größe der Stücke, das Mischen der Bindemittel mit den Füllkörpern und endlich das Formen der künstlichen Steine erfordert die Anwendung einer ziemlich großen Anzahl von maschinellen Vorrichtungen. Die Art dieser Vorrichtungen und ihre Größe und Leistungsfähigkeit hängen von der Größe der Werksanlage zur Herstellung von künstlichen Steinen ab und müssen dieselben der gewünschten Leistungsfähigkeit der Fabrik entsprechend gestaltet werden.

Wir müssen uns hier darauf beschränken, die verschiedenen Maschinen, welche für unsere Zwecke in Verwendung kommen müssen, ihrer allgemeinen Einrichtung nach zu beschreiben, ohne auf besondere Eigenthümlichkeiten ihres Baues näher eingehen zu können, da ja fast jede Maschinenfabrik ihren Zerkleinerungsmaschinen gewisse besondere Einrichtungen giebt, durch welche sie sich von ähnlichen Maschinen aus anderen Werken unterscheiden. — Für uns handelt es sich um das Princip, nach welchem eine unseren Zwecken dienende Maschine gebaut ist; der Werth der Maschine wird durch gute Erfüllung der von ihr verlangten Leistung bei Aufwendung des geringsten Kraftverbrauches, der geringsten Abnützung beim Betriebe u. s. w. bedingt und können diese Eigenschaften nur durch Vergleichung der Maschinen untereinander genau erkannt werden, wenn die Maschinen durch längere Zeit im Betriebe stehen.

---

VII.

# Die Maschinen zur Aufbereitung der Materialien bei der Fabrikation künstlicher Steine.

Ihrer Wirksamkeit nach kann man die bei der Fabrikation künstlicher Steine zur Anwendung kommenden Maschinen eintheilen: 1. in Zerkleinerungsmaschinen, 2. in Sortirmaschinen, 3. in Mischmaschinen. Die Zerkleinerungsmaschinen haben die Aufgabe, die in Form von Blöcken (Steine) oder harter erdartiger Massen (Thon) zu verarbeitenden Rohstoffe in immer kleinere Stücke zu zertheilen, welche dann durch die Sortirvorrichtungen in solche getrennt werden, welche von nahezu gleicher Größe sind. Da sich bei der Verarbeitung von Rohmaterialien selbst bei Anwendung von große Stücke liefernden Maschinen stets auch eine gewisse Menge kleinerer und sehr kleiner Stücke ergiebt, so fällt den Sortirvorrichtungen die wichtige Aufgabe zu, die letzteren auszulesen, um sie nach neuerlicher Zerkleinerung abermals zu sichten und so selbst aus den härtesten Mineralien endlich sehr feines Mehl zu gewinnen. Die Mischmaschinen haben den Zweck, die genügend zerkleinerten Bindemittel und Füllkörper so innig zu mengen, daß die einzelnen Theile beider so gleichförmig als möglich durch die ganze Masse vertheilt erscheinen, damit bei der nachfolgenden Schlußbehandlung — Anrühren mit Wasser oder Brennen in Bezug auf Härte, Farbe und Festigkeit — ein ganz gleichartiger Körper entstehe.

## Die Zerkleinerungsmaschinen.

Die zur Zertheilung der größten Stücke der Mineralmassen dienenden Vorrichtungen wirken durch Druck, Reibung, Schlag oder durch die Fliehkraft verkleinernd und unter-

scheidet man dieselben in Brechwerke, Walzenmühlen in Mühlen verschiedener Bauart (Trocken- und Naßmühlen) und in Schleudermühlen.

Da manche Mineralien in Folge ihrer Härte selbst bei Anwendung der stärkstgebauten Maschinen der Trennung ihrer Theilchen einen sehr großen Widerstand entgegensetzen würden, unterzieht man solche Mineralien, wie z. B. Feldspat, Quarz und Korund einer vorbereitenden Behandlung, nach welcher sie dann unter Anwendung von weniger Kraft verkleinert werden können. Diese Behandlung besteht darin, daß man die Mineralien glühend macht und dann durch Einwerfen in kaltes Wasser plötzlich abkühlt oder »abschreckt«. Diese plötzliche Temperaturänderung bewirkt, daß die Steinstücke von zahllosen feinen Rissen durchzogen, zugleich sehr spröde werden, und in Folge dessen dem Zerkleinern einen weit geringeren Widerstand entgegensetzen.

## Die Steinbrechmaschinen.

Das Princip dieser Maschinen besteht darin, daß die schon bis auf etwa Faustgröße durch Handarbeit zerkleinerten Steine zwischen zwei Platten aus härtestem Eisenguß, welche mit großer Kraft gegeneinander bewegt werden, in so kleine Stücke zerdrückt werden, als der kleinsten Entfernung der beiden Platten voneinander entspricht. Fig. 11 stellt eine Steinbrechmaschine in der Daraufsicht, Fig. 12 in der Seitenansicht dar.

Der eine der Quetschbacken A ist in verticaler Stellung befestigt, der andere B beweglich und gegen A um einen Winkel von 27—30 Grad geneigt. Der Backen B ist um die Achse D mittelst des Kniehebels EE' und des Kurbelgetriebes G durch die Welle des Schwungrades H drehbar. Bei der Bewegung der Maschine drückt der Kniehebel die Backe B gegen die zwischenliegenden Steine und bewirkt die Feder F den Rückgang der Lade. Durch eine hinter E' angebrachte Keilvorrichtung kann man den Abstand der

beiden Backen voneinander innerhalb gewisser Grenzen verstellen. Die zerbrochenen Steinstücke werden durch die

Fig. 11.

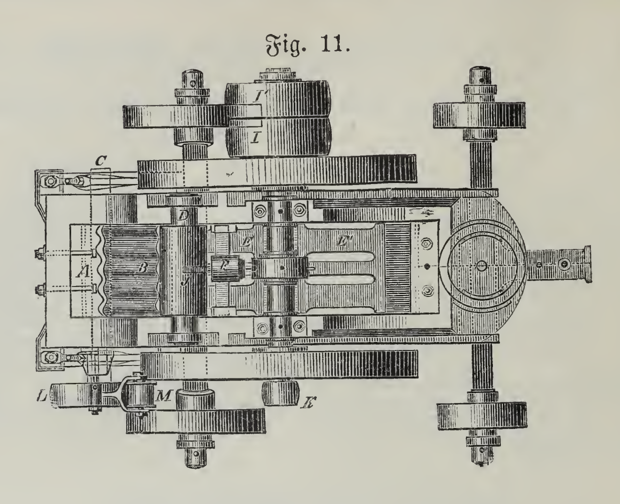
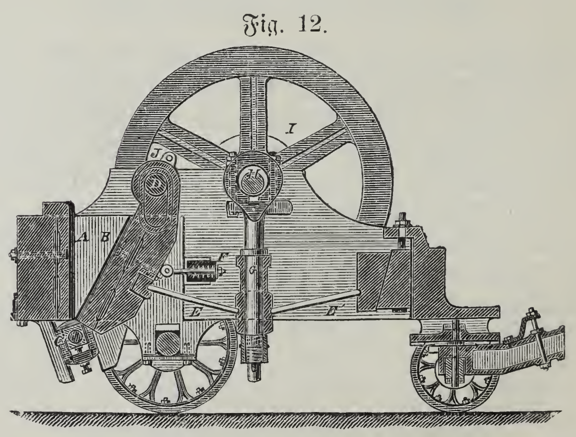


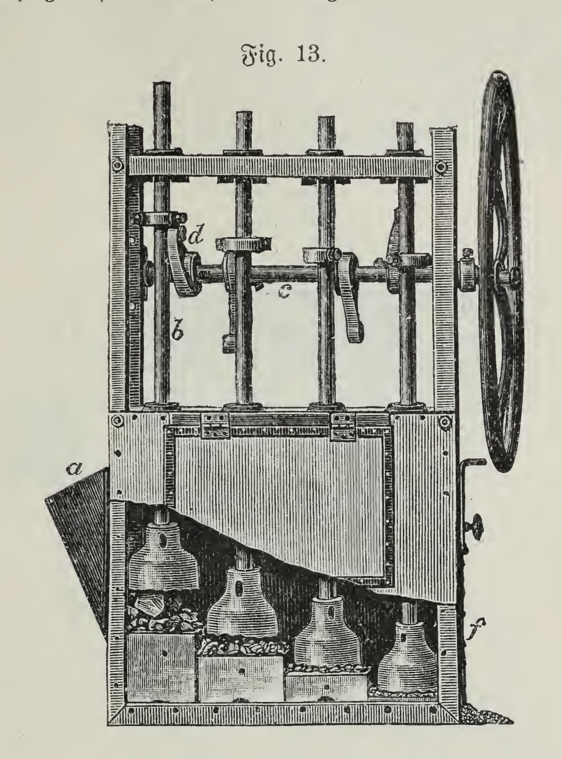

Fig. 12.




Walze C, welche von H aus mittelst der Scheiben K, L und die Spannwelle M bewegt wird, abgeworfen. Der Antrieb der Maschine findet durch die Riemenscheiben I uud I' statt,

welche die von der Kraftmaschine (Dampfmaschine, Turbine u. s. w.) gelieferte Kraft übertragen.

Fig. 13.

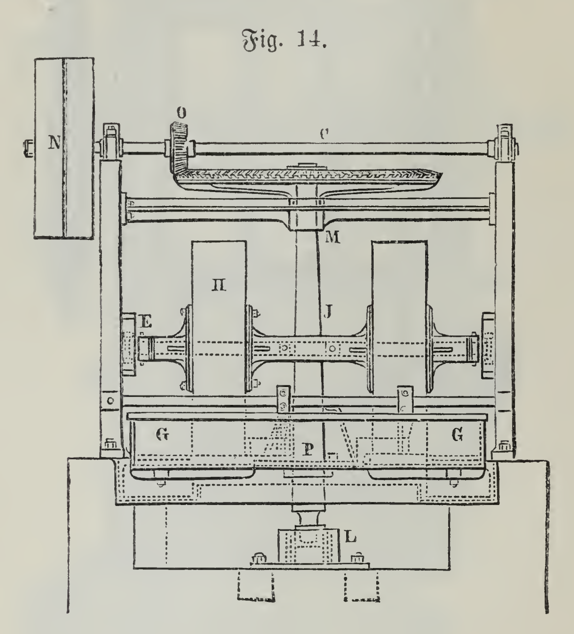



## Die Pochwerke.

Diese Vorrichtungen wirken durch den Schlag eines bis zu einer gewissen Höhe gehobenen schweren Stempels zerkleinernd auf die unter ihnen liegenden Steine. Fig. 13 zeigt die Abbildung eines Pochwerkes, wie man dasselbe vielfach zur Aufbereitung von Erzen und harten Mineralien anwendet. Gewöhnlich sind die Unterlagen der Pochstempel aus Hartguß angefertigt und besitzen eine gitterartige Fläche. Beim Niedergehen des Stempels werden die Steine zer-

brochen und fallen die hierbei entstehenden kleineren Stücke durch die Oeffnungen der Unterlagen, während die größeren Stücke auf die nächst tieferliegende Fläche gelangen und weiter zerkleinert werden. An manchen Pochwerken ist die Einrichtung vorhanden, daß unter den Unterlagen der Stempel eine horizontal liegende Transportschnecke angebracht ist, welche die Steinstücke weiter befördert.

Fig. 14.

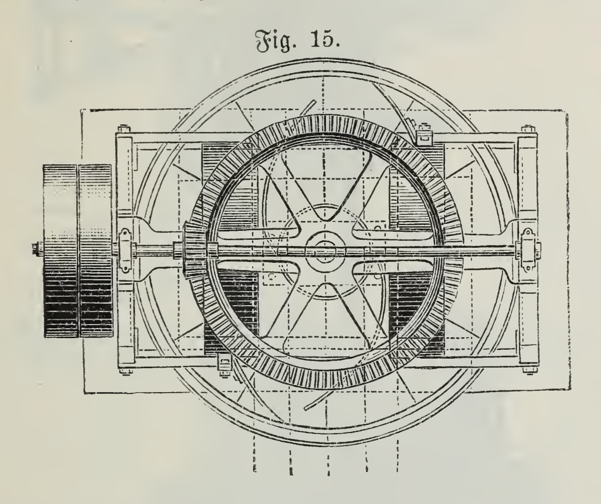



## Die Kollermühlen.

Eine Mahlvorrichtung, welche sich in ganz vorzüglicher Weise zur Zerkleinerung harter Steinmassen eignet, ist in den sogenannten Kollermühlen gegeben. Fig. 14 stellt eine Kollermühle im Querschnitte, Fig. 15 in der Daraufsicht dar. Bei der abgebildeten Art der Kollermühle ist die Bodenplatte oder die Sohle G drehbar. Dieselbe hat die Gestalt eines ringförmigen Troges, der gewöhnlich aus Hartguß

angefertigt wird; seine Umdrehung erfolgt mittelst einer Verzahnung durch das auf der Welle C sitzende Kegelrad O und die Riemenscheibe N. Die bei P mit dem Mahltroge in Verbindung stehende Achse J läuft in den Lagern L und M. Die Läufer sind schwer aus Eisen oder Stein angefertigt und um eine gemeinsame Horizontalachse drehbar. Durch die Reibung, welche zwischen den in dem Troge liegenden

Fig. 15.

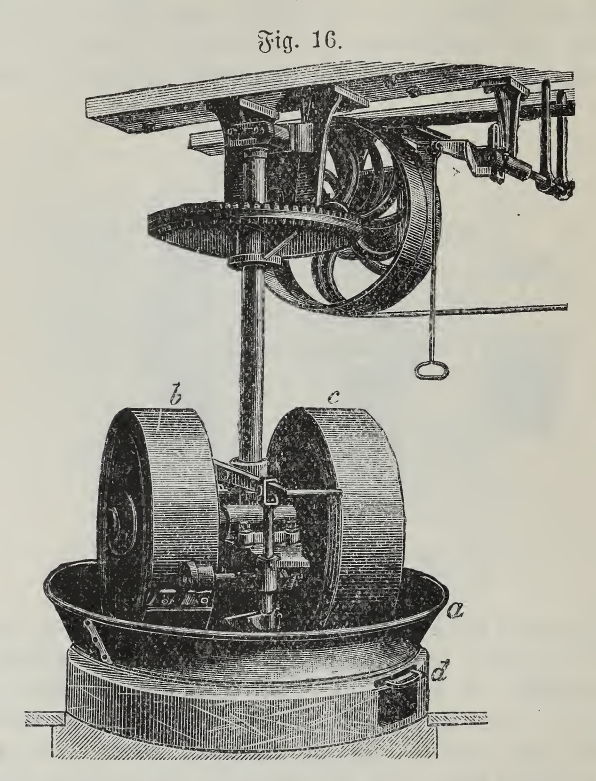


Mahlgute und der Mantelfläche der Läufer stattfindet, werden auch die Läufer zur Umdrehung gebracht. Man kann die Kollermühlen so einrichten, daß eine gewisse Menge von Mahlgut in den Trog gebracht wird und solange der Einwirkung der schweren Läufer ausgesetzt bleibt, bis es auf einen gewissen Grad der Verkleinerung gebracht ist, worauf es ausgehoben und durch neues Mahlgut ersetzt wird. Bei manchen Kollermühlen besteht die Bodenfläche der Sohlplatte aus Gittern mit Oeffnungen von bestimmten Größen, so daß die kleineren Stücke des Mahlgutes durch diese fallen können.

In Fig. 16 ist eine kleinere Kollermühle abgebildet, welche im Principe der eben beschriebenen gleich, aber von

leichterer Bauart als diese ist. Sie leistet namentlich beim Zerkleinern von minder harten Mineralien, wie Thon, Gips, Magnesit u. s. w. sehr gute Dienste. Die Läufer b und c sind aus Hartguß angefertigt; der Mahltrog a dieser Mühle

Fig. 16.



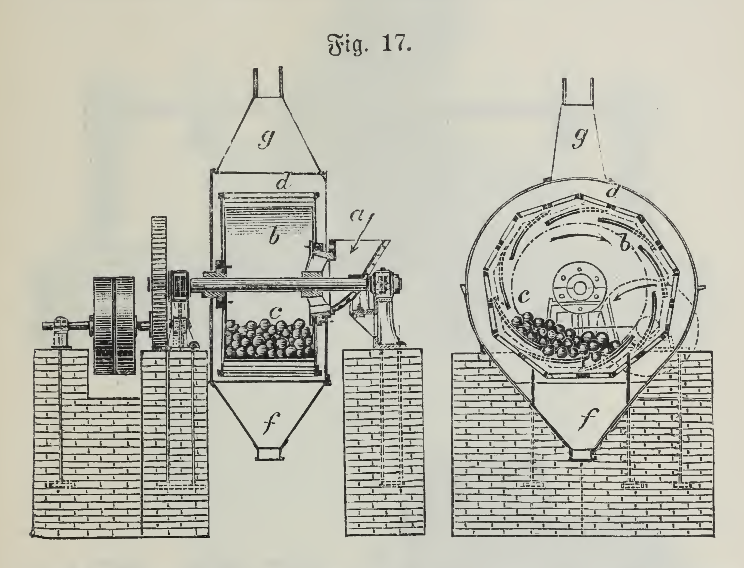

hat gitterförmige Einlagen und wird durch unter demselben angebrachte Streichklingen das durchgedrückte Materiale bei der Oeffnung d ausgeworfen.

## Die Kugelmühlen.

Eine Vorrichtung, welche sich besonders zum raschen Zerkleinern minder harter Mineralien, wie Thonknollen,

Gips u. s. w. eignet, ist in den Kugelmühlen Fig. 17 gegeben. Das in gröbere Stücke zerkleinerte Materiale wird bei a eingetragen, fällt in den Cylinder b und wird bei der Umdrehung desselben durch Stahlkugeln oder runde Quarzgeschiebe (Rollkies) c zerkleinert. Der Cylinder b ist von einem Siebe d umgeben dessen Maschenweite die Größe der Stücke des gemahlenen Materiales bedingt. Letztere fallen durch f

Fig. 17.




in ein untergesetztes Gefäß, indeß die staubförmigen Theile durch den Schlauch g nach einer besonderen Kammer geführt werden, in welcher sie sich zu Boden setzen und von Zeit zu Zeit gesammelt werden.

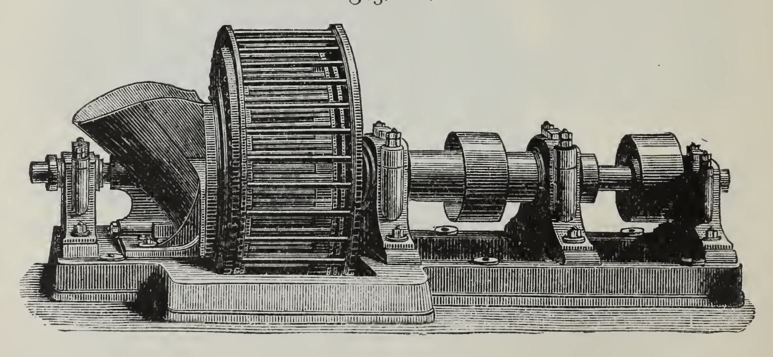
## Die Schleudermühlen oder Desintegratoren.

Diese sehr kräftig wirkenden Zerkleinerungsvorrichtungen, welche aber zu ihrem Betriebe eines bedeutenden Kraftaufwandes bedürfen, beruhen auf der Wirkung der Fliehkraft. Das in den mit großer Geschwindigkeit umlaufenden Apparat ge-

worfene Mahlgut wird nämlich durch die ihm mitgetheilte Fliehkraft gegen einen Cylinder geschleudert, welcher aus

Fig. 18.

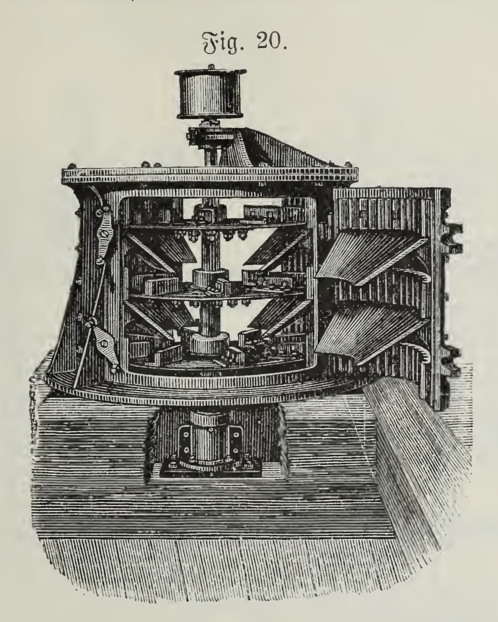
Fig. 19.



scharfkantigen Stahlstäben zusammengesetzt ist, und dort zerbrochen. Die zwischen den Stäben durchgeschleuderten Stücke werden gegen die enger gestellten Stahlstäbe eines

zweiten Cylinders geworfen, welcher sich aber in entgegengesetzter Richtung wie der innere dreht, wieder zerkleinert und auf einen dritten Gittercylinder geschleudert, welcher so wie der innerste umläuft. Bei manchen Schleudermühlen ist noch ein vierter Cylinder vorhanden, welcher in demselben Sinne umläuft wie der zweite.

Fig. 20.

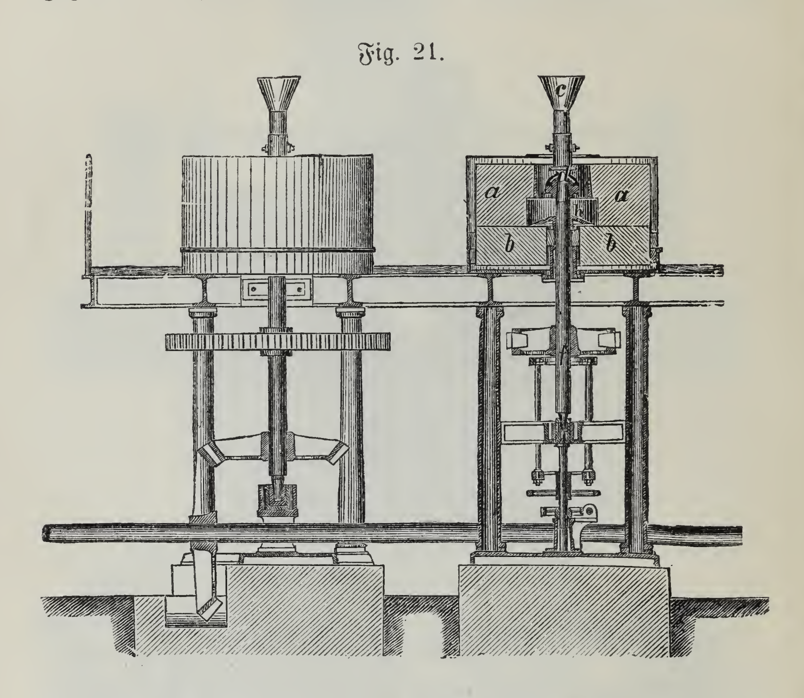


Die von Carr construirte Schleudermühle mit vier Cylindern ist in Fig. 19 in der Ansicht, in Fig. 18 im Durchschnitte dargestellt. Die Zerkleinerungscylinder P sind an zwei Wellen befestigt, welche zwischen 400 und 600 Umdrehungen in der Minute machen. Die eine Welle liegt in den Lagern von S $S_1$ die andere in den Lagern $S_2$ $S_3$. Das zu zerkleinernde Materiale fällt durch den Füllrumpf, welcher an der Seite über dem Lager $S_1$ angebracht ist, in den innersten Cylinder, wird an das feststehende Stahlstück X geschleudert und dann gegen die Mantelfläche des

innersten Cylinders geworfen, von wo es auf den zweiten, dritten und vierten Cylinder gelangt und als Pulver durch eine unten am Mantel angebrachte Oeffnung ausfällt.

Eine dem Carr'schen Apparate in der Wirksamkeit ähnliche Schleudermühle ist jene von Vapart, welche in Fig. 20 in geöffnetem Zustande dargestellt ist. An einer,

Fig. 21.



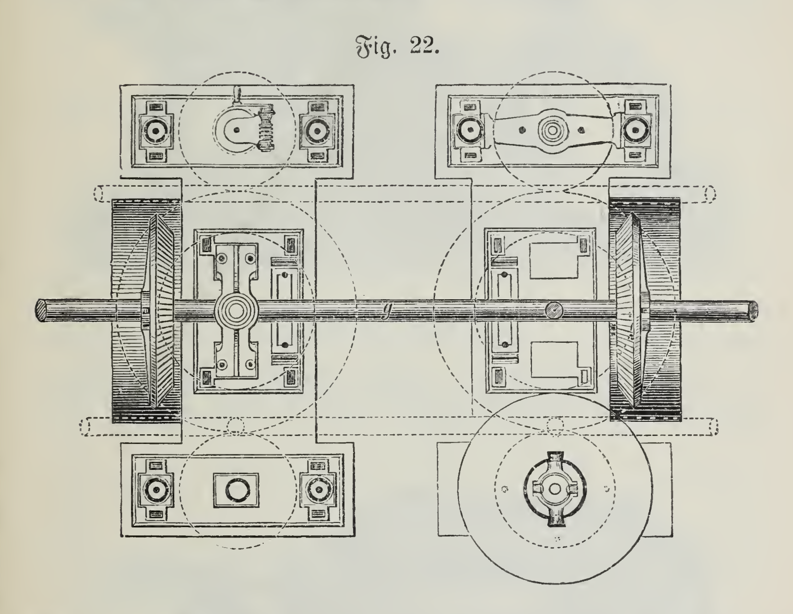

in einem Gehäuse drehbaren, lothrecht stehenden Achse sitzen drei horizontal gestellte Scheiben, an denen halbmesserförmig stehende Leisten angebracht sind. Den Rändern der Scheibe gegenüber sitzen im Innern des Mantels mit Zähnen versehene Kreisstücke, an welchen sich nach unten trichterförmig gestaltete Bleche schließen. Das oben eingeworfene Mahlgut wird von den sich sehr schnell drehenden Scheiben gegen die gezahnten Kreislücken geschleudert, zerkleinert, fällt durch

den Trichter auf die zweite Scheibe wo die Verkleinerung fortgesetzt und auf der dritten beendet wird.

## Die Steinmühlen.

In vielen Fabriken geht man in der Weise vor, daß man die durch Schleudermühlen zu grobem Gries zer-

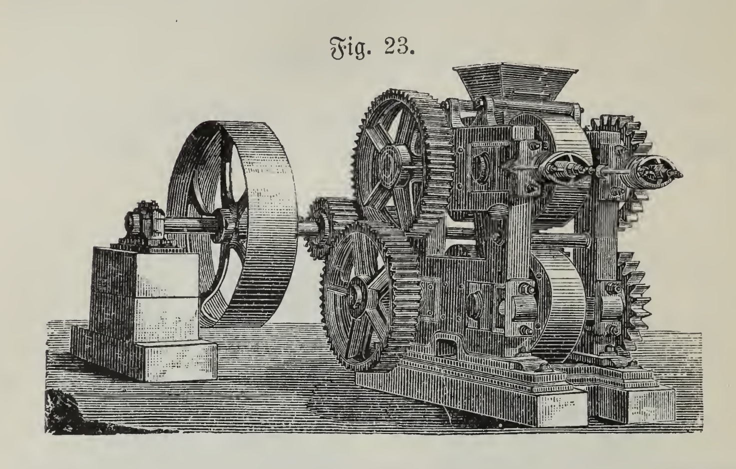
Fig. 22.




kleinerten Materialien auf einem Mühlwerke zu feinem Mehle vermahlt. Die Einrichtung derartiger Mühlen wird durch Fig. 21 und 22 versinnlicht. Der Läuferstein a, welcher durch die Welle f in Umdrehung versetzt wird, steht über dem Bodenstein b und wird die Feinheit des Mehles durch den Abstand beider Steine bedingt. Der Aufgabetrichter c ist mit einem beweglichen Tubulus versehen, der in lothrechter Richtung verstellbar ist. Durch diese Einrichtung wird die Zufuhr des Mahlgutes in der Weise

geregelt, daß immer nur soviel von demselben zutreten kann, als die Steine auf einmal vermahlen können.

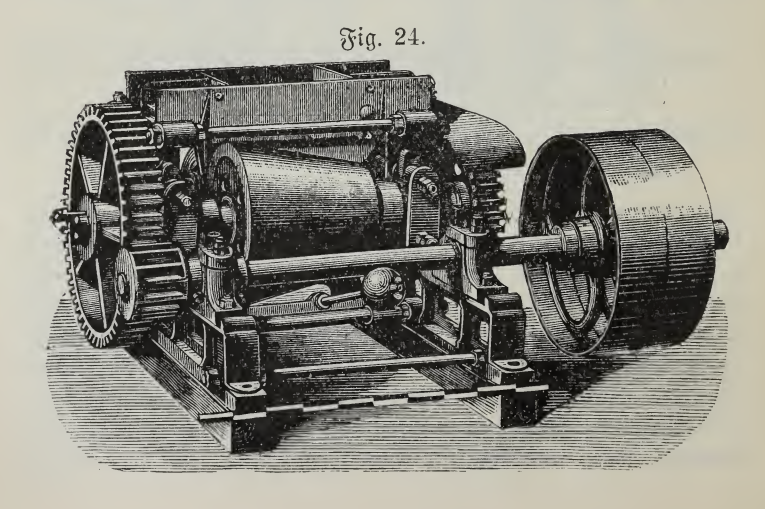
Fig. 23.



## Die Walzmühlen.

Zur Bewältigung großer Mengen von Materiale werden vielfach Walzenmühlen Fig. 23 angewendet. Die

Fig. 24.



stählernen Walzen können durch Schrauben entsprechend eng gestellt werden, so daß zu grobem Gries vorgebrochenes Material durch Anwendung einer Reihe von Walzen nach und nach in das feinste Pulver verwandelt werden kann.

Eine Walzenmühle, bei welcher die quetschend wirkenden Theile keine Cylinder, sondern abgestutzte Kegel sind, hat die aus Fig. 24 ersichtliche Einrichtung und eignet sich besonders zum Zerkleinern von Materialien, welchen keine besondere Härte zukommt.

## Maschinen zur Bearbeitung der Materialien in nassem Zustande.

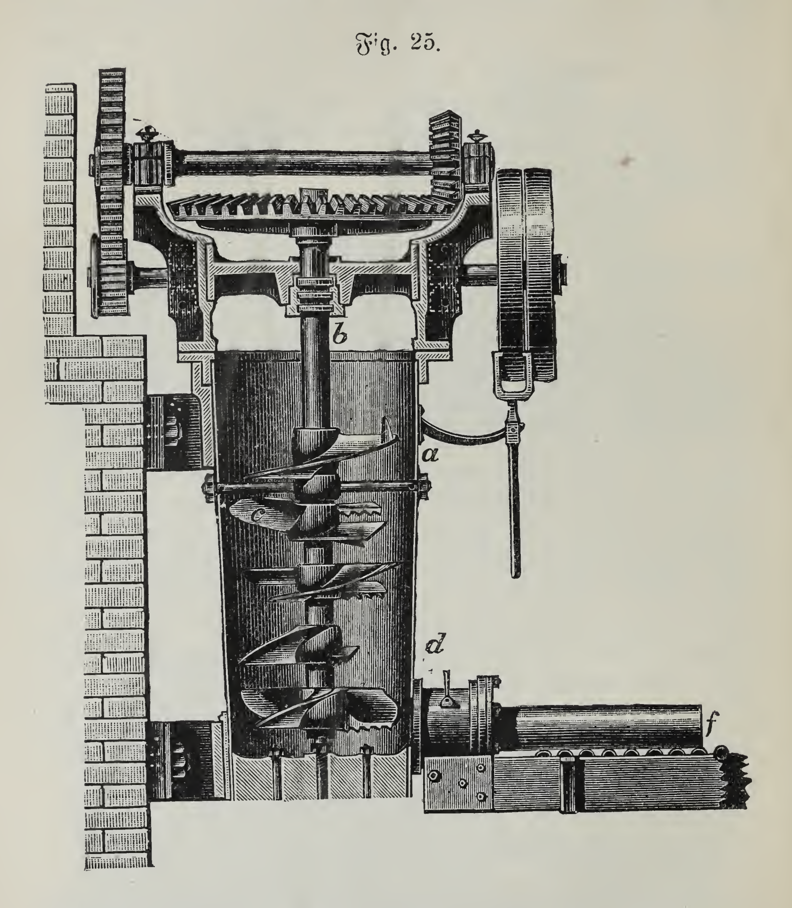
Manche Mineralien, ganz besonders der Thon, zeigen in nassem Zustande eine sehr geringe Härte und große Bildsamkeit und können dem zu Folge auf diesem Wege viel leichter verarbeitet werden, als wenn sie trocken sind. Da beim Feinmahlen harter Mineralien, trotzdem man die Maschinen mit dichtschließenden Gehäusen umgiebt, viel Staub entsteht, welcher für die Arbeiter sehr lästig wird, so verwendet man bei solchen Massen, bei welchen die Anwendung von Wasser nicht von vornherein ausgeschlossen ist, wie beim Cement sehr häufig die Aufbereitung auf nassem Wege. Letztere wird auch dort angewendet, wo es sich darum handelt, die genaue Sortirung pulverförmiger Körper durch Schlämmen auszuführen, wie dies z. B. bei Materialien nothwendig erscheint, welche zur Anfertigung von Schleif- und Polirscheiben Verwendung finden sollen.

## Der Thonschneider.

Gegenwärtig wendet man zur Bearbeitung des rohen Thones, welcher mit Wasser durchtränkt ist, allgemein die unter der Bezeichnung Thonschneider bekannte Maschine an. Seiner Bauart nach besteht der Thonschneider Fig. 25 aus einem eisernen, nach unten schwach kegelförmig zulaufenden Gefäße, in dem sich eine starke lothrecht stehende Welle b,

welche durch ein Getriebe in Bewegung gesetzt wird, dreht. An dieser Welle sitzen eigenthümlich geformte, messerartig

Fig. 25.




wirkende Gebilde c, welche zusammen ähnlich wie eine archimedische Schraube wirken.

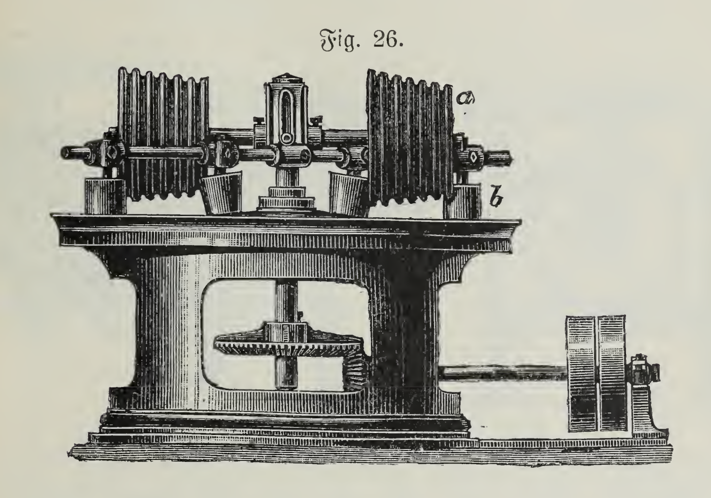
Wenn man den Cylinder mit den nassen Thonklumpen füllt und die Welle b langsam umlaufen läßt, so zerschneiden die Messer c den Thon nach allen Richtungen und pressen

ihn zugleich nach abwärts, so daß aus dem Ansatzrohre d eine gleichmäßig durchgeknetete Thonmasse ausgepreßt und über die Leitwalzen f fortgeführt wird.

## Der Massenschläger.

Die durch den Thonschneider gelieferte Thonmasse ist zwar gut durchgeknetet, enthält aber noch viele mit Luft

Fig. 26.



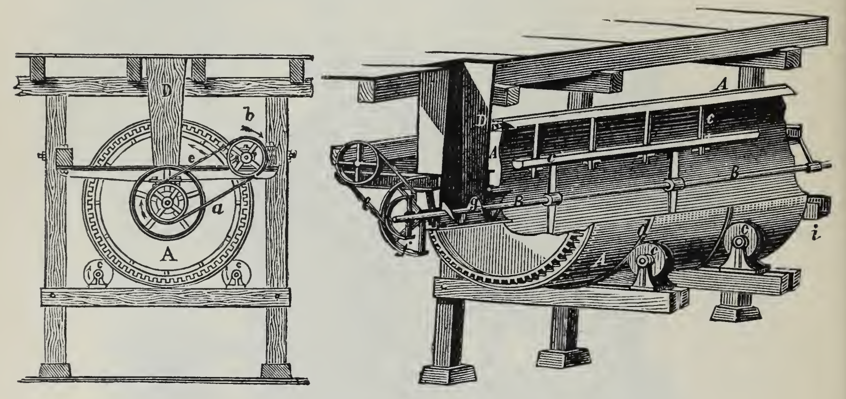

erfüllte Hohlräume. Um die Luft zu entfernen und den Thon in eine gleichmäßige leicht bildsame Masse zu verwandeln, läßt man den aus dem Thonschneider kommenden Brei durch den sogenannten Massenschläger Fig 26 gehen, in welchem die sogenannten Roller a und Klopfer b den Thon zerstechen und schlagen und dadurch von den eingeschlossenen Luftblasen befreien.

Bei der Darstellung von Kunststeinen, welche Thon enthalten und nachträglich gebrannt werden, verwendet man zur Erzielung einer vollkommen gleichförmigen Masse ebenfalls Thonschneider und Massenschläger.

## Die Schlämmmaschinen.

Das Schlämmen hat den Zweck, die Theilchen eines in Wasser vertheilten Körpers nach ihrer Größe zu sichten; aus der ruhenden Flüssigkeit setzen sich zuerst die gröberen specifisch schwereren Theile und auf diesen immer feinere ab, so daß zu oberst die feinsten Theile liegen. Man wendet das Schlämmen an, um feingepulverte Körper noch weiter

Fig. 27. Fig. 28.




in gröbere und feinere Theile zu zerlegen, benützt diese Operation aber auch dazu, um aus sehr zarten Pulvern ein sehr inniges Gemenge herzustellen.

Die Zahl der verschiedenartig gebauten Schlämmmaschinen ist eine sehr große; wir beschränken uns hier darauf, eine derartige für unsere Zwecke besonders geeignete Vorrichtung, die Kägler'sche Trommelmaschine Fig. 27 u. 28 zu beschreiben. Dieselbe besteht aus einem Cylinder (Trommel) A von 2 Meter Durchmesser und 2·6 Meter Länge. Diese aus starkem Blech angefertigte Trommel wird mittelst des gezahnten Kranzes und des Getriebes c auf die vier Rollen C gedreht und bewirken die kreisförmigen Schienen d die richtige Führung der Trommel.

Die sich frei bewegende Welle B läuft in entgegengesetzter Richtung um die Trommel um und wird durch die Riemenscheibe e angetrieben. Die Geschwindigkeiten, mit welcher sich die Trommel und die Welle drehen, sind verschieden groß; die Trommel A macht in einer Minute beiläufig zwei Umdrehungen, indeß die Welle B in der gleichen Zeit achtmal umläuft. Der zu schlämmende Körper wird durch den Trichter D in die Trommel gebracht; die Welle B wird unten von dem Trichter umfaßt und ist mit einer Schnecke versehen, welche den Körper in den Hohlraum der Trommel bringt, die bis zu ein Drittel des Durchmessers mit Wasser gefüllt ist. Der feste Körper wird durch das Rührwerk C beständig in der Flüssigkeit aufgewühlt und fließt der sich so bildende milchige Schlamm durch die Oeffnung i ab, indeß durch das Drahtsieb h größere Klumpen und Steine zurückgehalten werden.

In dem Maße, in welchem aus der Trommel flüssiger Schlamm abläuft, strömt wieder Wasser nach, und zwar durch ein an der Vorderwand der Trommel angebrachtes (in der Abbildung nicht ersichtliches) Rohr. Wenn nach längerem Betriebe in der Trommel eine größere Menge nicht abschlämmbarer Körper angesammelt ist, läßt man die Flüssigkeit durch Oeffnen von Zapfenlöchern an der Rückwand der Trommel ganz auslaufen, öffnet ein an der Trommel angebrachtes Mannloch und räumt die Rückstände aus.

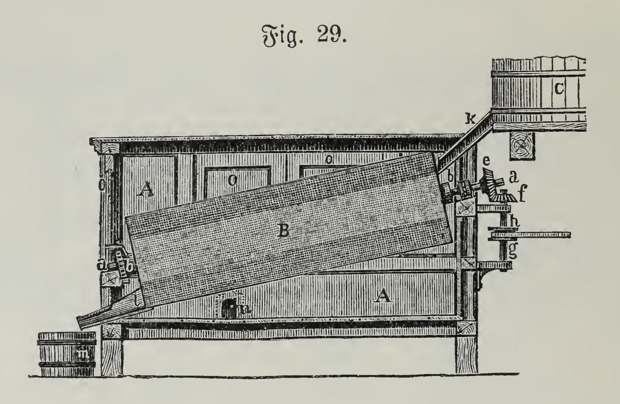
Durch Mischen von Schlammflüssigkeit, deren Gehalt an fester Substanz in 1 Liter Schlammflüssigkeit bekannt ist, in bestimmten Verhältnissen, d. h. durch das sogenannte Zusammenschlämmen, kann man vollkommen gleichartige Gemenge herstellen und dieselben, nachdem sie genügend ausgetrocknet sind, in die gewünschten Formen bringen.

## Die Sortirmaschinen.

Durch die Zerkleinerungsmaschinen erhält man zwar sehr feine Pulver, welche aber doch aus Körnern ver-

schiedener Größen bestehen. Um diese ihrer Größe nach voneinander zu trennen, verwendet man Sortirmaschinen von der in Fig. 29 abgebildeten Einrichtung. Der Sortirapparat besteht aus einem, aus Stäben zusammengesetzten sechsseitigen Prisma B, welches mit einem sehr engmaschigen Netz aus Messingdraht überspannt ist. Durch das Getriebe g h f a e wird dieses Prisma in Umdrehung versetzt. Am unteren Ende liegt der Zapfen der Welle a frei in einem Schlitz und wird durch ein aufgekeiltes Rad, welches mit sechs

Fig. 29.




Daumen versehen ist, fortwährend emporgehoben und fallen gelassen, so daß das Prisma B nicht nur um seine Achse gedreht, sondern auch fortwährend in rüttelnder Bewegung erhalten wird.

Das zu sortirende Mehl fließt aus dem Vorrathsbehälter C durch das Rohr k in die Siebtrommel; die feinen Theile fallen durch die Oeffnungen des Drahtnetzes und sammeln sich am Boden des Kastens A, von welchem die Trommel umschlossen ist; die gröberen Theile fließen durch das Prisma und werden in dem Gefäße m aufgefangen. Durch Anwendung von Prismen, welche mit Drahtnetz von verschiedener Maschenweite versehen sind, kann man die Pulver nach mehreren Feinheitsgraden sortiren. Es lassen sich auf diese Weise Pulver, welche man

durch Mahlen, Stampfen u. s. w. erhalten hat, und welche schon an und für sich alle fein sind, noch in Pulver von zwei oder drei verschiedenen Feinheitsgraden zerlegen und kommen die feinsten Pulver an Korngröße dem feinstgemahlenen Weizenmehle gleich.

## Die Mischmaschinen.

Bei der Darstellung von Massen, welche nach dem Brennen oder Abbinden Kunststeine bilden sollen, handelt es sich darum, das Bindemittel mit den Füllkörpern auf das innigste zu mischen, denn nur dann ist es möglich Steinmassen zu erzielen, welche in all ihren Theilen vollkommene Gleichförmigkeit zeigen, nachdem sie gebrannt oder erhärtet sind. Massen, welche nicht sorgfältig genug gemischt sind, verziehen sich beim Brennen in Folge der ungleichförmigen Ausdehnung der Gemengtheile, gegossene Massen werden fleckig. Der am stärksten hervortretende Uebelstand, welchen nicht genügend gemischte Massen zeigen, liegt in der ungleichmäßigen Härte und Dichtigkeit der einzelnen Theile; Pflasterplatten treten sich an den weicheren Stellen aus, Schleifscheiben verlieren ihre kreisrunde Form, werden holperig, Bauornamente werden vom Wasser verschieden stark angegriffen.

Zur Erzielung gleichförmiger Gemische wendet man je nach der Beschaffenheit der Masse verschiedenartige Vorrichtungen an. Für groben Schotter, Gußmauerwerk, Schotterbeton, wie derselbe zu Wasserbauten verwendet wird, wird das Mischen des Cementes und Schotters häufig durch Handarbeit vorgenommen, und zwar in der Weise, daß der Schotter auf eine Holzbühne geschüttet und die für eine gewisse Schottermenge zu verwendende Cementmenge darüber vertheilt und durch Umschaufeln zuerst trocken und dann unter Uebergießen mit Wasser aus einer Gießkanne naß gemengt wird. Die genügend gemischte Masse wird dann, noch ehe sie anfängt abzubinden, an den Ort ihrer Bestimmung gebracht und festgestampft.

Abgesehen davon, daß das Mischen durch Handarbeit sehr kostspielig ist, kann dasselbe schon aus dem Grunde nicht empfohlen werden, weil es selbst dem geübtesten Arbeiter nicht möglich ist, alle Mischungen in genau derselben Weise vorzunehmen und dadurch die vollkommene Gleichförmigkeit zu erzielen. Man wendet daher dort, wo es sich darum handelt, große Mengen von Schotterbeton herzustellen, besondere Mischmaschinen an, welche durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt werden.

Die zu diesem Zwecke dienenden Maschinen bestehen aus einem starkwandigen, halbcylindrischen Eisentrog, welcher an Zapfen drehbar ist und in dessen Mitte eine Welle mit starken Schaufeln liegt, welche durch die Dampfmaschine umgedreht wird. Der Schotter und der Cement werden zuerst durch eine gewisse Anzahl von Umdrehungen der Achse trocken gemengt, sodann läßt man durch ein über den Trog befindliches Rohr, welches mit engen Löchern versehen ist, Wasser zufließen, während die Mischflügel fortarbeiten. Nachdem diese eine bestimmte Zahl von Umdrehungen gemacht haben, gilt die Mischung als beendet, der Wasserzufluß wird abgestellt und der Inhalt des Troges durch Umkippen entleert. Der in seine ursprüngliche Lage zurückgebrachte Trog wird neuerdings mit Schotter und Cement beschickt, diese zuerst trocken, dann naß gemengt u. s. w.

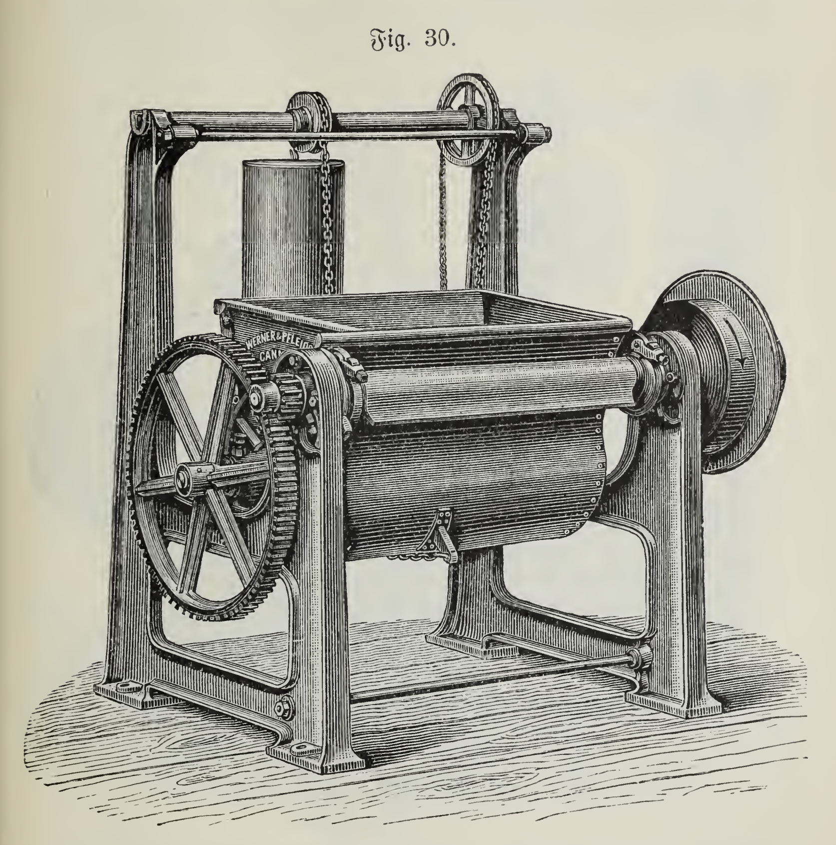
## Die Misch- und Knetmaschinen.

Um Massen herzustellen, in welchen die Füllkörper in Form kleiner Theile enthalten sind, wendet man außer dem Zusammenschlämmen — was aber nur dann möglich ist, wenn das Bindemittel aus Thon besteht — besondere Maschinen an, welche gestatten, die Masse zuerst in trockenem Zustand als Mehle, später in benetztem Zustande in Teigform zu mischen und zugleich durch Kneten gleichförmig zu machen.

Man kann zur Erzielung einer gleichförmigen Mischung in zu mengenden Pulver aus Bindemittel und Füllkörpern

schon wesentlich ohne Anwendung besonderer Maschinen vorarbeiten, indem man auf folgende Art verfährt: Das Bindemittel z. B. Cementpulver und trockener Sand werden

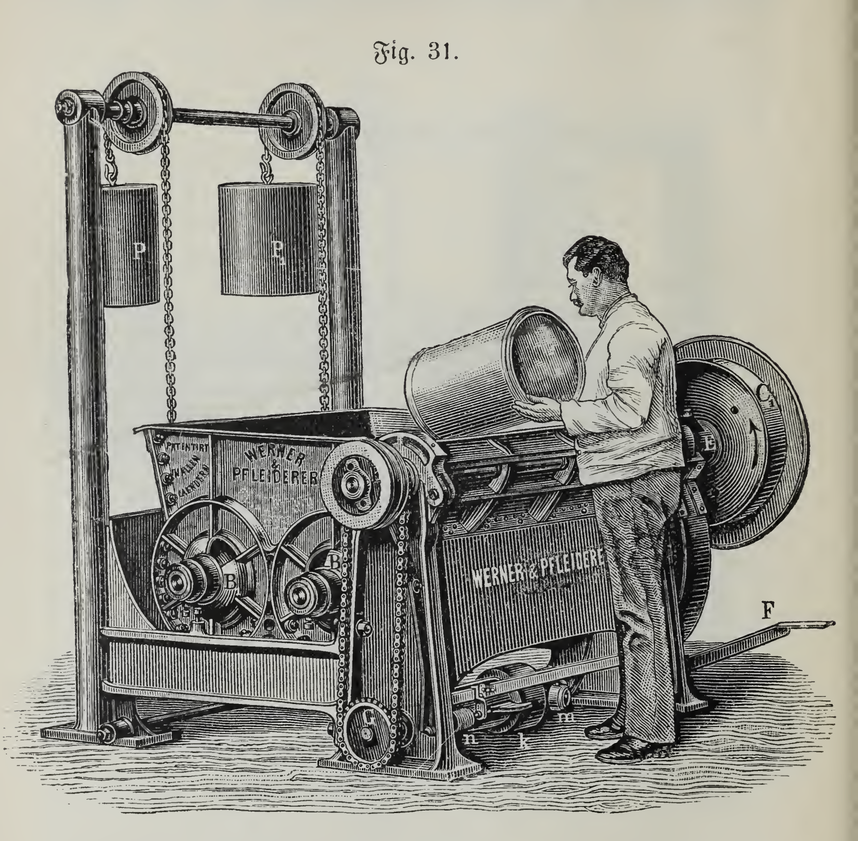
Fig. 30.



in zwei Kästen gebracht, welche schiefstehende Böden haben. An den einander gegenüberstehenden Flächen der Kästen sind an der tiefsten Stelle des geneigten Bodens zwei Rohre angebracht, deren Enden sich in geringer Entfernung gegen= überstehen und mit Schiebern versehen sind, welche sich

beliebig verstellen lassen. Hat man z. B. einen Raumtheil Cementpulver und drei Raumtheile Sand zu mischen, so muß, damit sich die Mischung gleichförmig vollziehe, der

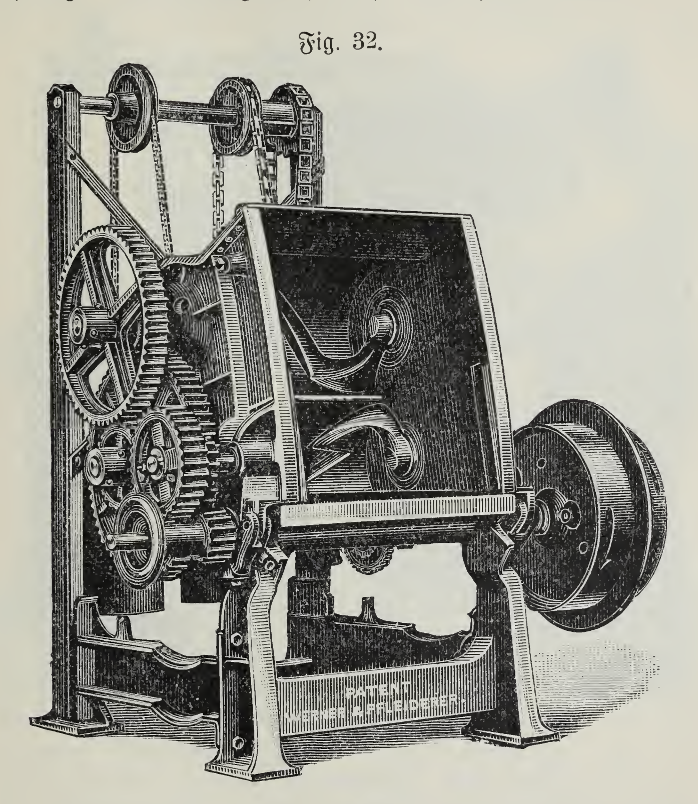
Fig. 31.




Schieber am Sandkasten so gestellt werden, daß in derselben Zeit dreimal soviel Sand abfließt als Cementpulver abläuft. Die beiden Pulver vermischen sich während des Einfallens in die Mischmaschine und braucht man letztere dann nur durch kurze Zeit laufen zu lassen, um das Mischen der trockenen Pulver durchzuführen.

Eine Misch- und Knetmaschine, welche für Brenn- und Gießmassen von feinerer Beschaffenheit sehr wohl verwendbar ist, wird von Werner und Pfleiderer in Cannstadt hergestellt und geben die folgenden Abbildungen die Einrichtung und Wirkungsweise dieser Maschinen an.

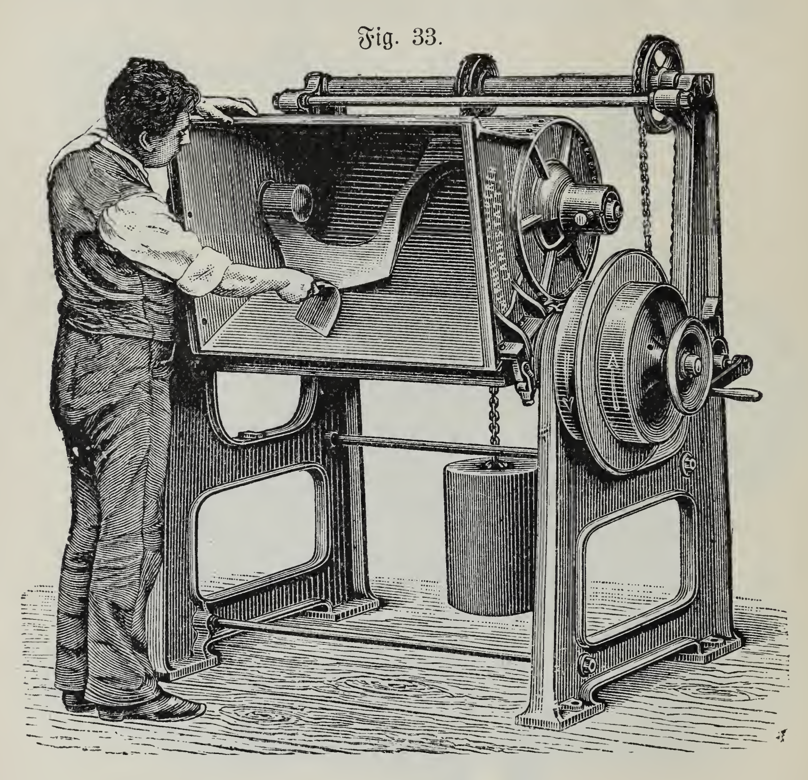
Fig. 32.




Die Abbildungen Fig. 30 und 31 stellen eine Knetmaschine allein während der Beschickung dar; Fig. 32 zeigt dieselbe mit aufgerichtetem Misch- und Knettroge und nach erfolgter Entleerung. Für unsere Zwecke wird man die Maschine so aufstellen, daß aus höher gestellten Behältern die zu mischenden Sub-

stanzen und das Wasser unmittelbar in den Trog gelangen und die Entleerung der fertigen Masse in ein vor der Maschine stehendes Gefäß erfolgt, in welchem sie zu den Formen gebracht wir d.

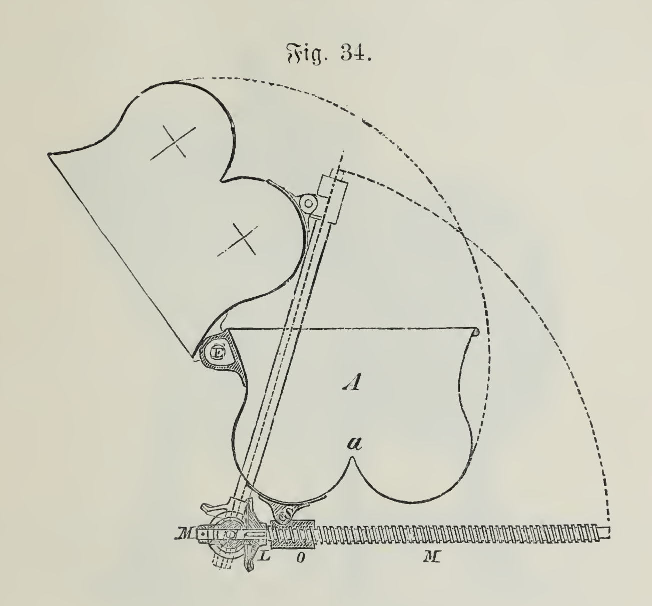
Fig. 33.



Der Misch- und Knettrog besteht aus einem eisernen Kasten, dessen oberer Theil trichterförmig geformt ist, während der untere, d. i. jener, in welchem sich die eigenthümlich gestalteten Knetflügel (vgl. Fig. 33) bewegen, aus zwei übereinanderliegenden Halbcylindern besteht. An der Berührungsstelle der letzteren verläuft nach der Länge des Troges eine Schneide a (vgl. Fig. 34). Die Knetflügel

werden durch Kraftübertragung an die Riemenscheibe $CC_1$ auf die Welle $EE_1$ (vgl. Fig. 37 und 38) bewegt. An dieser Welle ist bei E ein kleines Zahnrad, welches in das auf der einen Achse $B^1$ der Kraftvorrichtung sitzende Zahnrad eingreift. Diese Einrichtung bewirkt, daß die Achse B im entgegengesetzten Sinne wie die Welle $EE_1$, die Achse $B_1$ in gleichem Sinne wie $EE_1$ bewegt wird, so daß sich die zwei Knetschaufeln ein-

Fig. 34.

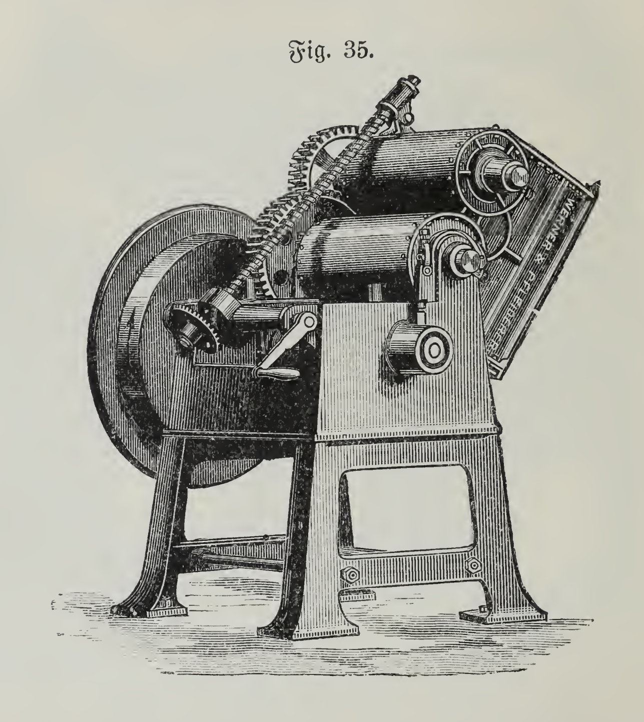



ander entgegengesetzt bewegen, und zwar, da die Zahnräder eine ungleiche Zahl von Zähnen besitzen, mit verschiedenen Geschwindigkeiten. Durch Anwendung einer besonderen Vorrichtung zur Umkehrung der Bewegung des sogenannten Reversirapparates kann man die Knetvorrichtung auch in umgekehrtem Sinne umlaufen lassen.

Die eigenthümliche Form der Knetschaufeln bewirkt, daß bei der Umdrehung der letzteren nacheinander alle Theile der Cylinderfläche von den Schaufeln bestrichen

und alle denselben anhaftende Masse in die Bewegung einbezogen wird. Die umlaufenden Knetflügeln fassen die Theile der im Troge liegenden teigartigen Masse, pressen sie gegeneinander und gegen die am Boden des Troges befindliche Schneide und schieben sie über die Cylinderfläche vor sich her. Da sich die beiden Flügel mit verschiedener

Fig. 35.

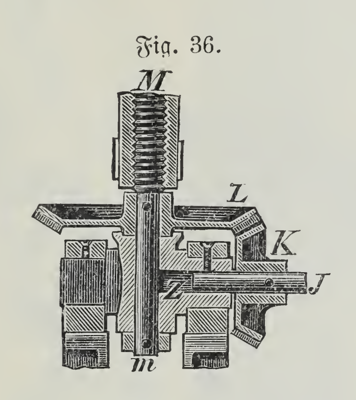



Geschwindigkeit bewegen, so wird die teigige Masse abwechselnd rechts und links oder gleichzeitig gepreßt und gezerrt. Bei Umkehrung der Bewegung der Flügel wird die teigige Masse von der Seite des Troges angefaßt, über die Mitte der Schneide emporgehoben und in die Länge gezogen. Die Maschine vollführt also in sehr vollständiger Weise alle Arten der Knetbewegung, wie man solche mit

den Händen an einer bildsamen Masse vornimmt um sie in einen Teig gleichförmiger Beschaffenheit zu verwandeln.

Um nach beendetem Kneten den Mischtrog leicht entleeren zu können, sind an demselben Gegengewichte $PP_1$ (vgl. Fig. 31) angebracht. Man löst durch Niederdrücken des Hebels F den Wendemechanismus aus und wird hierdurch mit Hilfe einer Frictionskuppelung bei $E^1$ ein Zahnrad mit der Kette in Berührung gebracht, welche über dieses Rad und Zahnrad G gespannt ist. Die Bewegung der Welle $EE^1$ überträgt sich hierdurch auf die unter dem Mischtroge

Fig. 36.



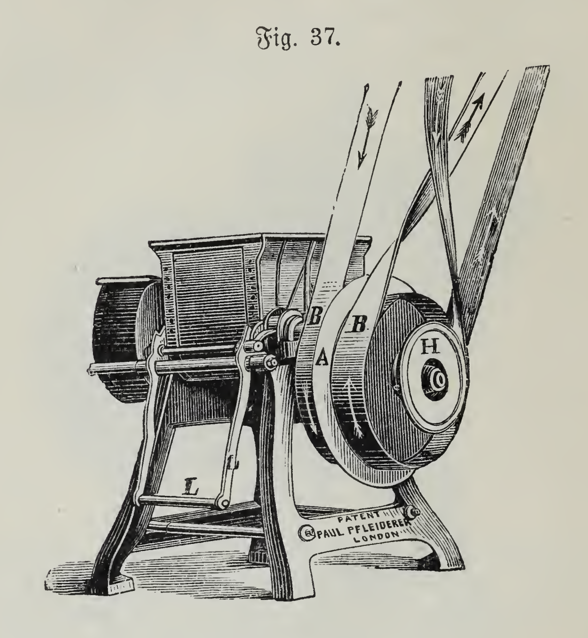

liegende Welle I. Das am letzteren sitzende Kegelzahnrad K greift dann in das Zahnrad Z ein, welches auf der Schraubenspindel M, (vgl. Fig. 35) ist; diese Spindel ist von sich selbst drehbar, ist aber in einem Charnier an dem Gestelle der Knetmaschine beweglich.

In Fig. 36 ist die Verbindung der Schraubenspindel M mit dem Gestelle der Maschine deutlich sichtbar gemacht. Die Schraube M wird in der Mutter O, die durch die Charnier S am Boden des Troges befestigt ist, bewegt. Wenn sich die Welle $EE^1$ und mit ihr die Schraubenspindel in einer bestimmten Richtung bewegt, so schiebt sich die Mutter O vor und hebt den Trog; durch Umkehrung der Bewegung sinkt der gehobene Trog wieder hinab. Läßt

man den Hebel F frei, so wird der Winkelhebel durch die Feder n außer Thätigkeit gesetzt, die Weiterbewegung von M hört auf und der Trog bleibt in jener Lage stehen, in welcher er sich in diesem Augenblicke befindet.

Die Umkehrung der Bewegung der Welle EE[1] wird durch die Drehung des Handrades H (Fig. 37) bewirkt,

Fig. 37.

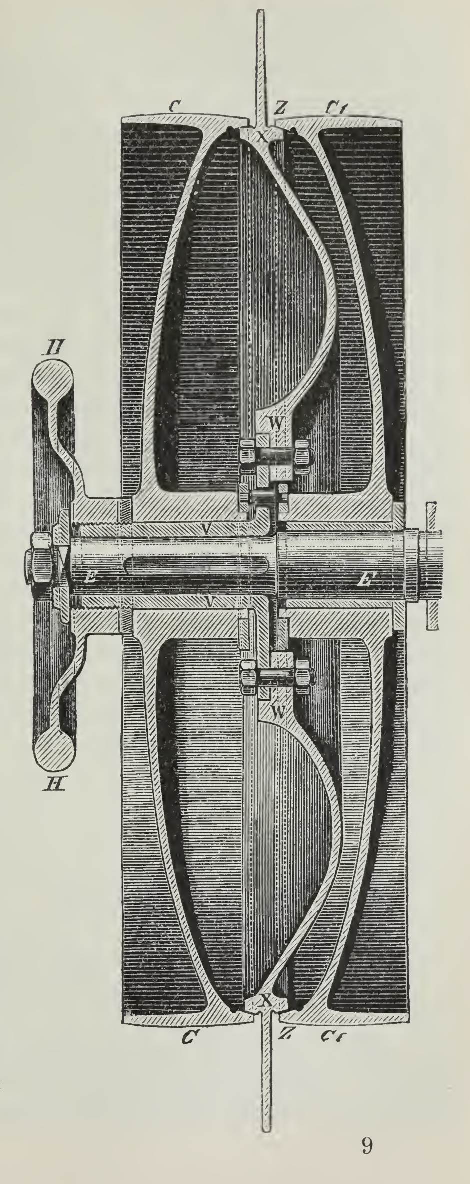



welches seinerseits den Reversirapparat in Gang setzt. Je nachdem man nämlich H nach rechts oder links dreht, kommt entweder der offene Riemen auf die Scheibe C oder der gekreuzte auf $C_1$ zum Umlauf und findet die Bewegung in dem einen oder anderen Sinne statt.

In Fig. 37 ist der Reversirapparat in Verbindung mit der ganzen Maschine ersichtlich gemacht. H ist das Handrad, B B die beiden Riemenscheiben, zwischen welchen das Mittelstück A hervorragt, der Hebel LL dient zur

Auslösung der Umkippevorrichtung. Fig. 38 stellt die Einrichtung des Reversirapparates für sich allein dar. Die beiden Riemenscheiben C und $C_1$ laufen auf der Welle E E lose in entgegengesetzten Richtungen. Auf der Welle E E ist der Cylinder V V verschiebbar, muß sich aber gleichzeitig mit ihr umdrehen. Die Verschiebung von V V erfolgt mittelst des Handrades H H. An der Wand des Cylinders V V befindet sich an dem von dem Handrade abgekehrten Ende eine Flansche von rechtwinkeliger Form, welche mit der kreisförmigen ausgeschweiften Platte W W, die zwischen den Riemenscheiben liegt, verschraubt ist. An der Platte W W sitzen die zwei Reibungskegel X X und die diesen zunächst liegenden Reiber Z Z der Riemenscheiben sind als hierzu passende Gegenkegel geformt.

Fig. 38.



Durch Drehung von H wird die Scheibe W entweder mit der Riemenscheibe C oder $C_1$ in Berührung gebracht und müssen hierdurch die Scheibe W und die Welle E in derselben Richtung wie die betreffende Riemenscheibe umlaufen. In der mittleren Stellung der Scheibe W W findet kein Eingreifen in die Riemenscheibe statt und steht dann der ganze Apparat ohne Bewegung.

Wenn man mit einem solchen Knet- und Mischapparat ohne Unterbrechung fortarbeiten will, kann man ihn nach beendeter Mischung sofort wieder neu beschicken und erscheint es nur nach Schluß der Arbeit nothwendig, den Apparat von den ihm noch anhaftenden kleinen Theilen der Masse zu befreien, was übrigens durch Anwendung von steifen Bürsten und Wasser in kürzester Zeit geschehen kann. Der hier beschriebene Mischapparat kann sowohl zur Bearbeitung von Thon enthaltenden Massen, als solcher, in denen Cement als Bindemittel verwendet wird, benützt werden und läßt sich auch zur Herstellung von gewöhnlichem Maurermörtel aus Kalk, Wasser und Sand benützen. Wenn es sich darum handelt, Steinmassen herzustellen, welche in der Masse gefärbt sein sollen, so leistet die Maschine vorzügliche Dienste, indem man dieselbe nur genügend lang laufen lassen muß, um die farbigen Pulver so vollständig durch die ganze Masse zu vertheilen, daß ein ganz gleichförmig gefärbter Teig entsteht.

---

## VIII.

# Das Formen der Kunststeine.

Wenn man die außerordentlich großen Unterschiede bedenkt, welche in der physikalischen und chemischen Beschaffenheit der zur Darstellung künstlicher Steine dienenden

Massen bestehen — man denke z. B. an die Beschaffenheit des groben Schotterbetons und jene einer feinen Magnesiamasse, wie sie für Abgüsse von Kunstgegenständen verwendet wird — ist es leicht einzusehen, daß auch in den Formen zur Herstellung der Kunststeine große Verschiedenheit herrschen muß. Für den Beton dienten oft die in gewisser Gestalt aus dem Erdreich ausgehobenen Gruben für Grundfesten als Form, in welcher die Masse festgestampft wird; solche Formen werden bisweilen auch aus Balken und Brettern hergestellt, wie dies bei der Herstellung von Mauern und Gewölben geschieht.

Für gröbere Kunststeinenwaaren z. B. für Aschen-, Sand- und Schlackenziegel wendet man häufig aus Holz gearbeitete Formen an, welche aber nicht als besonders zweckmäßig bezeichnet werden können, da sie in Folge der starken Inanspruchnahme sehr schnell abgenützt werden und sind für diese Zwecke Formen aus starkem Eisenblech oder dünnwandige Gußeisenformen entschieden vorzuziehen. Sie bieten den Holzformen gegenüber nicht nur den Vortheil der größeren Dauerhaftigkeit, sondern auch jenen der scharfen Ausprägung der Kanten und Ecken der Ziegel und endlich die Möglichkeit, die Masse in der Form einem starken Druck unterwerfen zu können, ohne ein Zerbrechen der Form befürchten zu müssen.

Kunststeine mit complicirteren Formen, welche aber in sehr bedeutenden Mengen hergestellt werden sollen, z. B. vier-, sechs- oder achteckige Pflasterplatten aus Thonmasse oder Cementmasse, Wasserleitungsröhren mit cylindrischem, Canalgerinne mit elliptischem oder eiförmigem Querschnitte, Brunnenmuscheln u. s. w. aus Cementmasse sollen unbedingt in sehr genau gearbeiteten eisernen Formen hergestellt werden, indem es nur dann möglich ist, die einzelnen Theile der Rohrleitung scharf aneinander zu passen und ohne Schwierigkeit flüssigkeitsdicht zu verbinden. Die eisernen Formen sind zwar ziemlich kostspielig, kommen aber eigentlich mit Rücksicht auf ihre große Dauerhaftigkeit billiger zu stehen als solche aus einem anderen Materiale.

Schleifsteine und Polirscheiben müssen absolut genau cylindrische Form haben. Da ein Nacharbeiten an der fertigen Scheibe wegen der Härte derselben ganz ausgeschlossen ist, muß daher schon bei der Formgebung auf die Erlangung völlig kreisrunder Scheiben hingearbeitet werden. Es müssen daher die Formen für derartige Gegenstände sehr sorgfältig aus Eisen hergestellt und zart behandelt werden, da eine Form, welche an der Mantelfläche des Cylinders nur die kleinste Beschädigung zeigt, nicht mehr für unsere Zwecke verwendbar ist.

Um Gegenstände mit complicirteren Formen, z. B. ornamentirte Tragsteine und sonstige Verzierungen für Bauten aus Kunststeinmassen herzustellen, benützt man häufig Formen, welche aus dickwandigem Gipsguß angefertigt sind und kann in solche Formen, welche aber keine rohe Behandlung vertragen, sowohl Thon- als Cementmassen einformen. Güsse aus Gipsmassen und ähnlichen Compositionen werden allgemein in Formen aus Gips gegossen.

## Die elastischen Leimformen.

Eine ganz besondere Art von Formen sind die elastischen Leimformen, welche zum Gießen von Gegenständen mit stark übergreifenden Rändern verwendet werden können, zu deren Anfertigung man sonst einer aus vielen Stücken zusammengesetzten Form bedürfen würde. Die Herstellung dieser Formen findet in nachstehender Weise statt.

Man läßt gewöhnlichen Tischlerleim in wiederholt gewechseltem Wasser aufquellen, bis eine Probe desselben bei gelindem Erwärmen zu einer klaren gleichförmigen Flüssigkeit schmilzt, bringt dann den Leim in einen Kessel, fügt ihm je nach der Beschaffenheit des Leimes 10—15 Procent vom Gewichte desselben (harter, fester Leim bedarf einer größeren Menge) an concentrirtem Glycerin zu und schmilzt die Masse bei gelinder Wärme. Der Glycerinleim wird nun solange unter stetem Umrühren gekocht, bis alles Wasser verdunstet ist und eine Probe der Masse beim Er-

kalten zu einem ziemlich festen, aber sehr elastischen Körper erstarrt. Erscheint die Probe zu weich und klebrig, so deutet diese Erscheinung auf einen zu großen Glycerinzusatz, ist sie zu wenig elastisch, so enthält sie zu wenig Glycerin; durch Zusatz von Leim, beziehungsweise Glycerin kann die Masse auf die richtige Beschaffenheit gebracht werden.

Man übergießt den abzuformenden Körper mit der geschmolzenen Masse, welche ganz frei von Luftblasen sein muß und löst sie, nachdem sie erstarrt und vollständig erkaltet ist, vorsichtig mit den Fingern von dem Originale los. Um der Leimform, deren zarte Theile leicht losgerissen werden können, größere Festigkeit zu geben, bestreicht man sie mittelst eines weichen Haarpinsels mit einer Lösung von 5 Gr. doppeltchromsaurem Kali in 100 Cbcm. Wasser und schwenkt auch die Vertiefungen, welche mit dem Pinsel nicht erreichbar sind, mit der Lösung aus.

Die so vorbereitete Form wird durch einige Tage an einen recht hell beleuchteten Ort, am besten in das directe Sonnenlicht gelegt und geht hierdurch der Leim, soweit die Lösung des doppeltchromsauren Kali in die Masse eingedrungen ist, in den unlöslichen Chromleim über, welcher ziemlich große Festigkeit besitzt und — was für unsere Zwecke sehr wichtig ist, in Berührung mit Wasser nur sehr langsam aufquillt. Nachdem man die Form wiederholt mit Wasser gespült hat, um etwa Kryställchen von doppeltchromsaurem Kali, welche ihr anhaften, aufzulösen, läßt man sie abtrocknen und überzieht sie sehr vorsichtig mit einer Oelschichte, die so dünn aufgetragen wird, als dies mittelst eines feinen Pinsels möglich ist.

Der Guß wird in der Weise vorgenommen, daß man von der anzuwendenden dünnflüssigen Kunststeinmasse (Cement- oder Gipsmasse) in die Form gießt, durch Schwenken derselben zuerst die übergreifenden Theile auszufüllen trachtet und dann die Form vollgießt. Letztere bleibt nun solange in Ruhe, bis man die Gewißheit hat, daß die eingegossene Masse durch und durch erstarrt ist. Man legt dann den ganzen Block so, daß die Form auf der Oberseite

liegt und löst sie langsam unter Ziehen an einer hierfür geeigneten Stelle von dem Gusse los und hebt sie mit den Fingern von unten nachhelfend vollständig von dem Gusse ab.

Bei diesem Loslösen braucht man eine Beschädigung des Gusses nicht zu befürchten, wohl aber eine solche der Form, von welcher zarte übergreifende Theile bei zu raschem Abziehen der Leimmasse leicht abgerissen werden. Bei gehöriger Vorsicht kann man aber aus einer und derselben Form eine große Anzahl von Abgüssen herstellen, ohne daß die Umrisse des Gusses an Schärfe einbüßen oder die Form rissig wird.

Die Substanz einer unbrauchbar gewordenen Form kann immer wieder verwendet werden. Man befreit sie zuerst durch Waschen mit Lauge von dem ihr anhaftenden Oele, spült sie mit Wasser ab und schmilzt den Leim unter Zusatz einer entsprechenden Menge von Wasser, um eine ziemlich dünne Flüssigkeit zu erhalten. In dieser schwimmen dann die unlöslichen Theile des Chromleimes in Form dünner Häutchen, die man beseitigen kann, indem man den geschmolzenen Leim durch ein Leinentuch seiht. Die Leimlösung wird dann wieder bis zur erforderlichen Beschaffenheit eingedampft und kann dann neuerdings zur Anfertigung von Gipsformen verwendet werden.

## Die Formmaschinen.

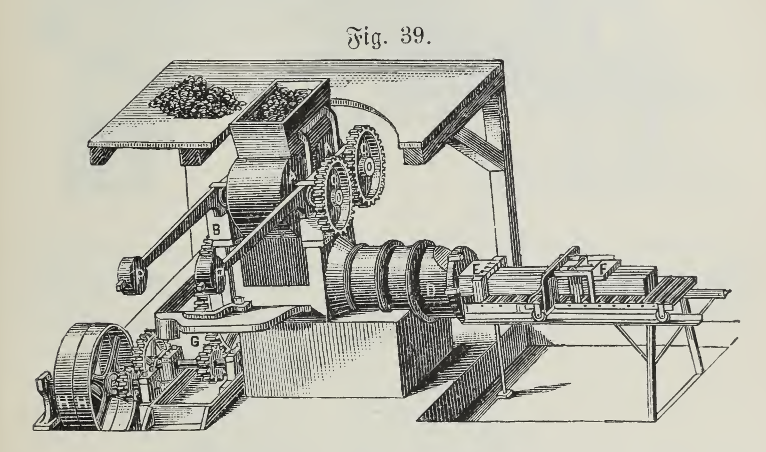
Zur Darstellung von künstlichen Steinen, welche einfache Formen besitzen, wie z. B. Mauerziegel und Pflasterplatten, bedient man sich mit Vortheil maschineller Vorrichtungen, welche im Vergleiche mit der Handarbeit sehr wesentliche Vorzüge haben; sie arbeiten weit billiger und gleichförmiger und ist eine Massenerzeugung eigentlich nur mit Hilfe dieser Maschinen möglich. In der Thonwaaren-Industrie, soweit sich dieselbe auf die Darstellung von Ziegeln und Pflasterplatten bezieht, sind solche Maschinen von sehr verschiedener Bauart seit langer Zeit im Gebrauche und können auch zum Formen von Kunststeinen aus Masse

verwendet werden, welche nicht Thon sind. Bezüglich der Einrichtung der Formmaschinen unterscheidet man folgende Arten:

1. Naßpressen: Strangmaschinen, Stempelpressen;
2. Trockenpressen.

Für unsere Zwecke eignen sich nur jene Vorrichtungen, in welchen die zu verarbeitende Masse im nassen Zustande geformt wird, und sollen daher in dieser Beziehung hier nur die Naßpressen besprochen werden. Strangmaschinen

Fig. 39.




werden in sehr verschiedener Form gebaut und geben wir im Nachstehenden eine Beschreibung der wichtigsten derselben.

## Die Strangmaschinen von Hertel & Co.

Diese Maschine besteht aus einer Verbindung eines Walzwerkes mit einem liegenden Thonschneider und stellt Fig. 39 eine Ansicht derselben dar; das Walzwerk quetscht die Masse und ist mit einer selbstthätigen Ausrückvorrichtung versehen, welche aus einem durch ein Gewicht P belasteten Hebel besteht; die Walzen weichen auseinander, wenn in der Masse ein größerer fester Körper vorhanden ist. Der Antrieb findet durch die Riemenscheiben H, das Vorgelege G auf das

Stirnrad B der liegenden Schneiderollen statt und werden durch eine Uebersetzung auf die Räder C die Walzen bewegt. Durch den Thonschneider D wird die von den Walzen auf=

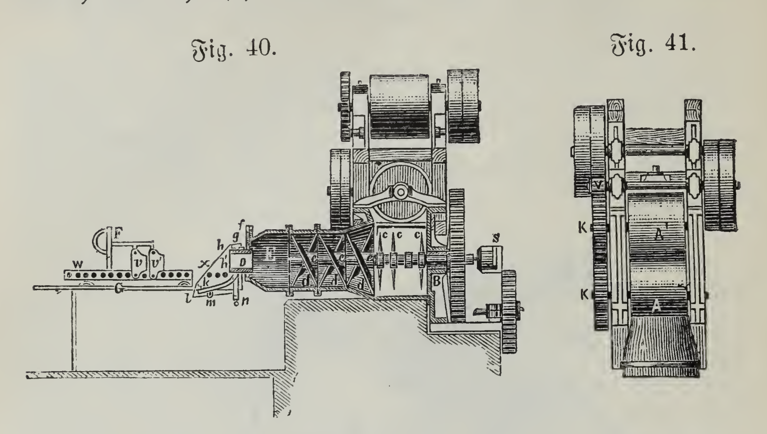
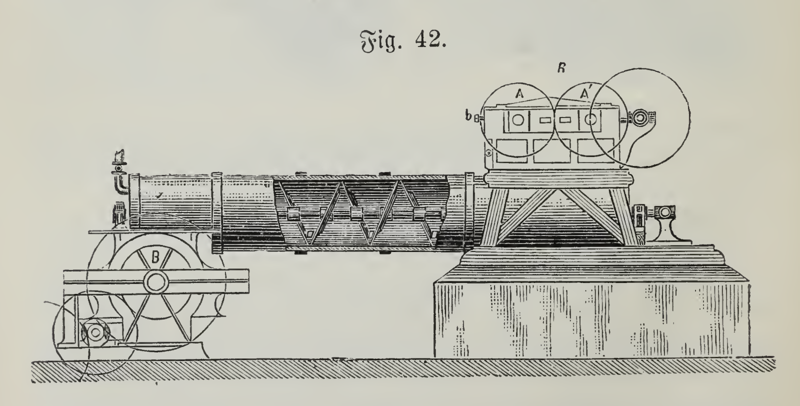


Fig. 40. Fig. 41.

genommene Masse gemengt, fortgeschoben und durch Streichen noch besonders bildsam gemacht, was mit Hilfe der Flügel

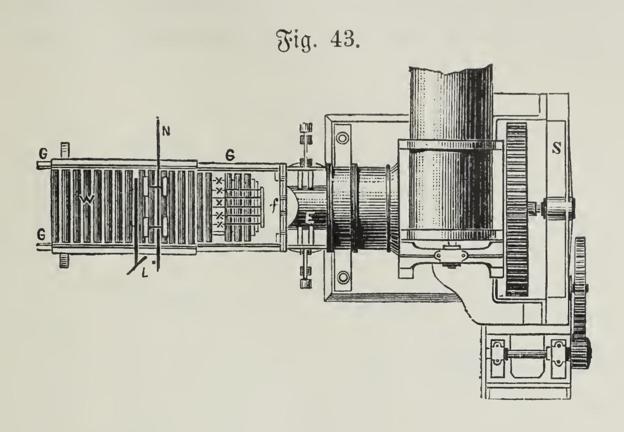
Fig. 42.




geschieht, welche an der Welle des Thonschneiders befestigt sind; an der Ausführung des Thonschneiders sitzt das Mundstück E, dessen Form und Größe den Querschnitt

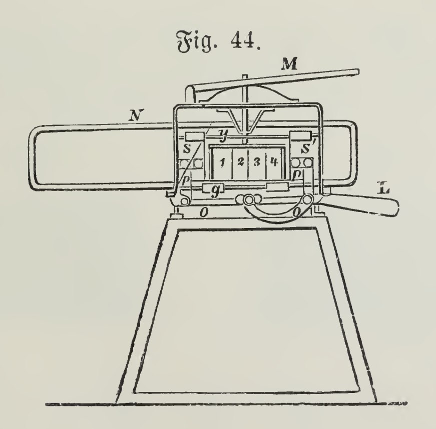
des künftigen Ziegels bedingt. Die aus dem Mundstücke hervorgepreßte Masse gelangt zu dem Schneideapparate F.

Fig. 43.




Letzterer besteht aus einem festen Rollentisch, welcher so eingerichtet ist, daß in dem Augenblicke, in welchem das

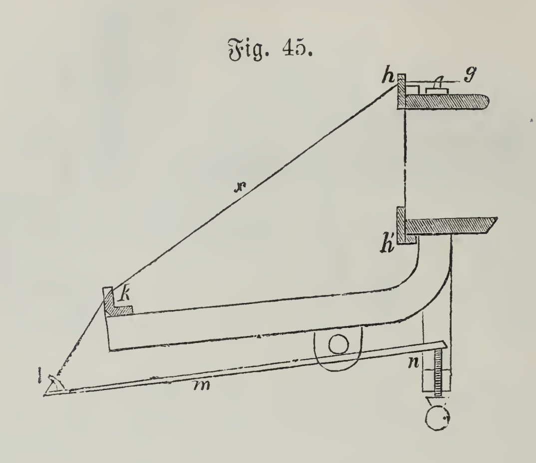
Fig. 44.




Durchschneiden des Prismas erfolgt, keine Unterbrechung stattfindet und die Stücke daher ganz rechtwinkelig abgeschnitten werden.

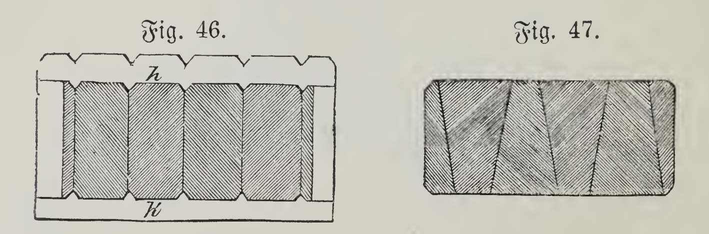
Durch Drähte, welche vor dem Mundstücke gespannt sind, wird die aus letzterem hervorgepreßte Masse zunächst in vier Theile getrennt und von den Drähten des Schneidrahmens diese in je vier Ziegel gleicher Größe getheilt. Da

Fig. 45.




die beiden äußeren Theile gewöhnlich rauh und ungleichmäßig sind, werden sie wieder in die Maschine zurückgebracht, so daß diese bei jeder Bewegung nur zwei tadel-

Fig. 46. Fig. 47.




los geformte Ziegel giebt. Die in Fig. 40—45 dargestellte Maschine übertrifft die vorher beschriebene sehr bedeutend an Leistungsfähigkeit. Fig. 40 und 41 zeigen den Längsschnitt der Ziegelformmaschine mit der Ansicht des Mischcylinders und des Walzwerkes; in Fig. 42 ist die Seitenansicht mit dem

Wärme- und Mischcylinder halb im Durchschnitte. Fig. 43 giebt den Grundriß, Fig. 44 den Querschnitt des Schneideapparates, Fig. 45 einen theilweisen Längsschnitt desselben. Die Abbildungen 46 und 47 geben die Profile von Vollsteinen, wie sie mit dieser Maschine hergestellt werden können.

Der zu verarbeitende Thon oder eine andere bildsame Masse wird in den Rumpf K geschüttet, geht durch die Walzen A und $A_1$ gelangt in Riemenbreite in den Wärme- und Mischapparat und von diesem zur eigentlichen Ziegelmaschine. Nach der in diesem Apparate erfolgten mechanischen Bearbeitung gelangt die teigartige Masse durch das Mundstück D als zusammenhängender Strang zur Zerstäubungsvorrichtung. Bei dieser ist die Walze $A_1$ festgelagert und wird durch das Vorgelege V angetrieben; die Walze A wird durch die Kuppelräder R angetrieben und ist elastisch verschiebbar, was durch abwechselnde Lagen von Kautschuk und Eisenplatten und die auf diese wirkende Schraube b erreicht wird. Zur Herstellung größerer Adhäsionen ist die Walze $A_1$ auf der Mantelfläche mit drei spiralförmigen Rinnen versehen.

Bei Verarbeitung von steinhaltiger Thonmasse wird das Doppelwalzwerk in der Weise benützt, daß unter dem tieferstehenden Walzenpaare in geneigter Stellung eine Rinne liegt, welche in Rüttelbewegung erhalten wird; sie fängt die durchfallenden Steintrümmer auf und führt sie zugleich ab. Die unteren Walzen haben kleineren Durchmesser als die oberen und arbeiten mit $2^1/_2$facher Umfangsgeschwindigkeit gegen dieselben. Es wird hierdurch bewirkt, daß alle festeren Knollen von den unteren Walzen aufgenommen und zu einem feinen Bande ausgezogen werden. Diese Bänder werden in dem unter den Walzen befindlichen Rumpfe gesammelt und sodann dem Misch- und Heißcylinder zugeführt.

Dieser horizontal liegende Cylinder besitzt eine mit Messern besetzte Welle, welche den Thon mengt und dem Preßcylinder zuführt. In dem hinteren Ende des letzteren mündet das Dampfrohr der Maschine ein und bewirkt der

zu dem Thone tretende Dampf durch die Erwärmung desselben eine größere Bildsamkeit der Masse und in Folge dessen auch einen leichteren Gang der Maschine selbst. Die aus dem Misch- und Heißcylinder kommenden Thonbänder werden in der Ziegelmaschine nochmals durch Messer c c bearbeitet und durch die Doppelschaufeln d d, welche schraubenförmig auf den Naben e e befestigt sind, als gleichmäßiger zusammenhängender Thonstrang aus dem Mundstücke D hervorgetrieben. Die stählerne Messerrolle läuft in Lagern des Deckels B und des Balkens S und wird durch ein doppeltes Rädervorgelege mit fester und loser Riemenscheibe angetrieben.

Das Ausmündungsstück E besitzt an jeder Seite eine schnell zu öffnende Reinigungsklappe und trägt in einem unteren Falze das Mundstück D, welches oben durch die Klammern f festgehalten wird. Vor dem Mundstücke sind fünf Drähte X X schief gespannt und wird durch diese die aus dem Mundstücke hervordringende Thonmasse in sechs Bänder gespalten, und zwar in der Weise, daß die äußeren Bänder als Abfall, der wieder verarbeitet wird, ganz schmal ausfallen. Die Drähte X X sind oben durch einen eisernen Steg h mit genau gemachten Einschnitten geführt und auf der oberen Seite des Mundstückes D über Haken g gezogen, nach unten sind entsprechende Einschnitte in dem Steg k angebracht und sind die Haken l auf den Stahlfedern m befestigt. Diese Stahlfedern haben Stahlschrauben n, welche zum Spannen der Drähte dienen; die Stege h und $h_1$ ziehen mit ihren Zähnen zuerst Furchen in den Thonstrang, in welchen dann die Drähte eingreifen, so daß die Kanten der Steine an der Langseite ein wenig gebrochen sind.

Das Profil der einzelnen Steine wird durch den Abstand der Einschnitte in den beiden Führungsstegen k und h, welcher gleich oder ungleich sein kann, bestimmt. In Fig. 46 ist das Bild gewöhnlicher Steine, in Fig. 47 jenes keilförmiger Gewölbesteine gegeben.

Die sechs Thonstränge gelangen auf den Wagen W und führen denselben, sowie er an die Klappe F stößt,

auf der Bahn G fort. Unter dem Wagen W befinden sich zu beiden Seiten innerhalb der Zangen Z die Wellen O und $O_1$ und auf diesem die Hebel p und $p_1$ festgekeilt. Wird der Hebel L gehoben, so drehen sich die Wellen O und $O_1$ und die Hebel p und $p_1$ nach einwärts, nähern mittelst der Gelenkstücke s und $s_1$ die vier Klemmplatten r und $r_1$ einander, indem sie auf ihren Führungsstangen y y fortgleiten und drücken die sechs Thonbänder aneinander, so daß der Arbeiter im Stande ist, während des weiteren Vorwärtsgehens des Wagens den Rahmen N durchzuziehen. Der an N eingespannte Draht schneidet dann, indem er zwischen den Platten v und $v_1$ durchgleitet in der richtigen Länge ab.

Nach dem Durchziehen von N wird der Hebel M niedergedrückt und drücken sich die vier Formenstempel auf der Oberkante der Steine ab; sobald M freigelassen wird, hebt eine Feder den Stempel ab. Es wird sodann der Hebel L niedergedrückt, wodurch sich die Klemmplatten v v und $v_1$ $v_1$ von den abgeschnittenen Thonbändern entfernen, welch letztere nach einer Vierteldrehung der Klappe F hinten durchlaufen, während das Vorrücken des Wagens W aufgehalten wird. Die fertig geschnittenen Steine werden abgehoben, und die Abfälle wieder in die Maschine zurückgebracht. Die Klappe F, welche in ihren Endstellungen durch Federn festgehalten ist, wird wieder in die lothrechte Lage gebracht, der Wagen W gegen das Mundstück D geschoben, bis der Thonstrang gegen F vorgerückt ist, worauf das Spiel der Maschine von Neuem beginnt. Die Leistungsfähigkeit der eben beschriebenen Naßpresse beträgt bei einem Kraftaufwande von 10—12 Pferdekräften in zehn Arbeitsstunden rund 10.000 fertiger Steine.

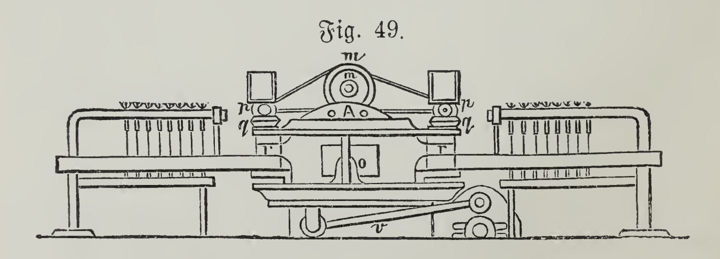
Durch Anbringung verschiedener Mechanismen ist es gelungen, den Betrieb der Strangpressen zu einem vollkommen selbstthätigen zu gestalten, bei welchem sich die Handarbeit darauf beschränkt, dem Apparate das zu verarbeitende Materiale nach Maßgabe des Verbrauches zuzuführen und die fertigen Steine abzuheben. Eine der-

artige Maschine ist z. B. jene nach der Construction von Clayton.

Fig. 48.

Das gußeiserne Gehäuse A (Fig. 48) enthält Quetschwalzen für den Thon, welcher in den Rumpf des Gehäuses eingeworfen

Fig. 49.




wird. Von den Quetschwalzen wird der Thon der Schneide-vorrichtung D zugeführt, welche wagrecht liegt und in der

sich eine mit 16 Messern besetzte Welle dreht und den Thon nach dem Preßkasten drängt. In dem viereckigen Preßkasten läuft der Preßkolben hin und her und erhält derselbe seine Bewegung durch die Kurbel und die Lenkstange v mit einem eingesetzten Zwischenstücke. Der Thon tritt durch die Mundstücke über die beständig naß erhaltenen Rollen r r zum Abschneideapparat, welcher nach Maßgabe des Fortschreitens der Thonmasse das Abschneiden der Formstücke vollzieht. Die Bewegung der Walzen r r erfolgt durch die Riemen m m und die Kegelrad-Transmission q und g von den zwei Stirnradpaaren i und k an der Achse der Walze B; der Antrieb der ganzen Maschine findet durch ein Vorgelege von der Riemenscheibe z statt.

## Die Stempel-Preßmaschinen.

Bei diesen Maschinen, Fig. 49, welche man auch als amerikanische (canadische) Ziegelpressen bezeichnet, wird der Thon aus einem Mundstücke gepreßt, unter welchem ein Tisch durch eine Excentervorrichtung nach vor- und rückwärts bewegt werden kann. Man legt auf den Tisch die hölzernen Formkästen, welche die Formen für je sechs Steine enthalten, unter das Mundstück und werden aus diesem die sechs Formen gefüllt. Beim Weitergang der Maschine wird der gefüllte Kasten durch einen nachrückenden fortgeschoben, dieser seinerseits gefüllt u. s. w. Der gefüllte Kasten geht unter einer Abstreichvorrichtung weg, welche den Ueberschuß der in den Formen befindlichen Thonmasse abnimmt. Damit die in den Formen befindliche Luft durch die Thonmasse verdrängt werden kann, sind unten an den Längeseiten der Form schmale Schlitze angebracht. Eine Maschine dieser Bauart soll zum Betriebe eine Pferdekraft benöthigen; sie braucht aber zu ihrer Bedienung sieben Arbeiter und liefert in einem Tage 12.000—16.000 geformte Steine.

## Die Trockenvorrichtungen.

Alle Massen, welche man zur Anfertigung von künstlichen Steinen verwendet, die nicht von solcher Beschaffen-

heit sind, daß sie nach einiger Zeit von selbst erstarren (Cement-Gipsmassen u. s. w.) werden ihre Festigkeit erst erlangen, nachdem sie durch das sogenannte Brennen der Glühhitze ausgesetzt wurden, müssen von dem ihnen anhaftenden Wasser befreit werden, bevor man sie dem Brennen unterwirft.

Das einfachste aber auch zeitraubendste Verfahren des Trocknens besteht darin, die geformten Massen unter offenen Dächern, welche sie gegen den Regen schützen, solange aufzubewahren, bis das ihnen anhaftende Wasser fast vollständig verdunstet ist und die Massen lufttrocken geworden sind. Diese Art des Trocknens, welche z. B. früher in den Ziegelwerken allgemein in Anwendung stand, ist auch gegenwärtig in diesen vielfach durch besondere Trockenvorrichtungen ersetzt worden, in welchen das Trocknen durch künstliche Wärme in kurzer Zeit und viel vollkommener erfolgt, als an der Luft.

Die hierfür in Anwendung gebrachten Vorrichtungen sind sehr verschiedenartig gebaut und wird in Ziegelwerken und größeren Fabriken für feinere Thonwaren allgemein die Wärme, welche in den Feuergasen, die von den Brennöfen abziehen, enthalten ist, zum Trocknen der frisch geformten Ziegel, beziehungsweise Thonwaren verwendet. In Fabriken von Kunststeinmassen, in welchem nicht in so großem Maßstabe gearbeitet wird, daß die Brennöfen in ununterbrochenem Gange sind, bedient man sich besonderer Trockenstuben mit eigener Heizung. Diese Trockenstuben bieten den Vortheil, daß man das Austrocknen der Massen mit der Vorsicht vornehmen kann, welche erforderlich ist, um das Rissigwerden der ersteren zu verhüten.

Wollte man nämlich eine geformte Thonmasse durch Anwendung hoher Temperatur sehr rasch austrocknen, so wäre die unausbleibliche Folge hievon die, daß die Masse stark zerrissen und hierdurch gänzlich unbrauchbar würde. Bei Einwirkung einer hohen Temperatur würde nämlich von der Oberfläche der Masse zunächst soviel Wasser zur Verdunstung gelangen, daß dieselbe schon bis zu einer

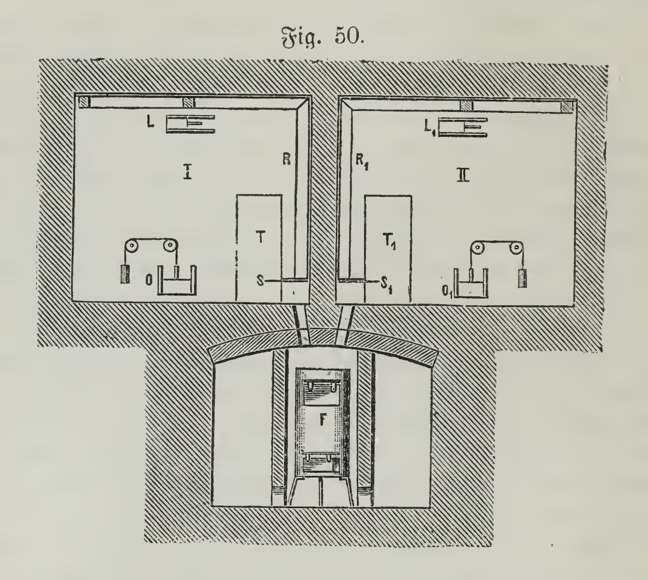
gewissen Tiefe ganz trocken wäre, indeß das Innere sich noch in ganz nassem Zustande befindet. Da aber bekanntlich mit dem Austrocknen einer Thonmasse stets eine bedeutende Volumsverminderung (die sogenannte Schwindung) verbunden ist, so müssen sich die trocken gewordenen Theile von den nassen trennen, was das Zerreißen der Oberfläche nach allen Richtungen zur Folge hat.

Das Austrocknen thonhaltiger Massen muß sonach immer und bei einer Temperatur geschehen, welche nieder genug ist, um das Abdunsten des Wassers durch die ganze Dicke der Masse zu bewirken, ohne daß jedoch ein Zerreißen derselben stattfindet. Wenn dann die Masse endlich soweit getrocknet ist, daß sie als »lufttrocken« angesehen werden kann, ist es möglich, die Temperatur ziemlich rasch und auf eine bedeutende Höhe zu steigern und hierdurch das vollständige Trocknen herbeizuführen. Die lufttrocken gewordenen Thonmassen halten nämlich noch so bedeutende Wassermengen zurück, daß diese bei ihrer plötzlichen Verdampfung in der Hitze des Brennofens die Masse zersprengen würden. Man trocknet daher die lufttrockenen Massen bei einer mindestens 100 Grad C. betragenden Temperatur ganz aus; die letzten Reste von Feuchtigkeit, welche sie dann noch zurückhalten, werden dann ohne Gefährdung der Form im Brennofen ausgetrieben.

Eine Trockenanlage für einen kleineren Betrieb, welche aber bei ununterbrochener Arbeit eine sehr vollständige Ausnützung des Brennstoffes gestattet, ist in Fig. 50 abgebildet. Die Räume I und II, deren Größe von der Größe der Werkanlage abhängig ist, sind die Trockenkammern. Ihre Thüren T und $T_1$ münden auf einen Gang, welcher einerseits zu den Formräumen, anderseits zu den Brennräumen führt. Unter den Trockenräumen befindet sich in einem Kellerraume der Ofen F, und verwendet man als solchen am zweckmäßigsten einen Regulirfüllofen, welcher von einem gemauerten Mantel, der bis an die Decke des Kellergewölbes reicht, umschlossen ist. Von den höchsten Stellen des Gewölbes führen Oeffnungen nach aufwärts und steigt von jeder Oeffnung ein eisernes

Rohr auf, welches bis unter die Decke des Trockenraumes führt und dort in ein Rohr von der aus Fig. 51 ersichtlichen Form übergeht, welches in der Mitte des Trockenraumes frei endet. Die Registerschieber S und $S_1$ gestatten die Regulirung der Geschwindigkeit des heißen Luftstromes, welcher vom Ofen in diesen Röhren emporsteigt.

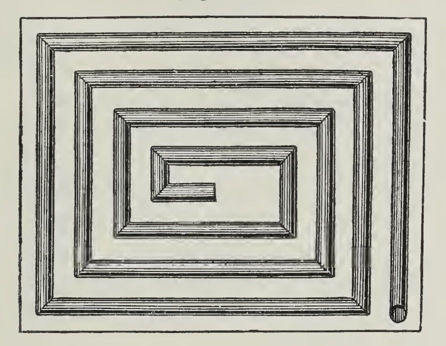
Fig. 50.




Die heiße Luft muß das ganze an der Decke befindliche Rohr durchströmen und tritt in der Mitte des Trockenraumes aus; sie beladet sich mit Feuchtigkeit und wird endlich durch die unmittelbar über dem Boden der Trockenkammern angebrachten Oeffnungen O und $O_1$, welche mit Schiebern versehen sind, entweichen. Das Austrocknen der in die Trockenstube gebrachten Gegenstände erfolgt sonach in der Richtung von oben nach unten. Da aber immer heiße ganz trockene Luft eintritt, so werden die in der Höhe des Trockenraumes angebrachten Gegenstände zuerst getrocknet und schreitet das Trocknen von oben nach unten fort. Wenn

endlich die zu unterst befindlichen Gegenstände lufttrocken geworden sind, verstärkt man in dem Regulirofen das Feuer und öffnet die Schieber S und $S_1$ vollständig. Es tritt nun ein sehr heißer Luftstrom in den Trockenraum und kann sich die Temperatur desselben auf 120—130 Grad C. steigern. Wenn die Luft aus den Oeffnungen O mit einer nur um weniger niedrigeren Temperatur entweicht, als mit welcher sie oben eintritt, so zeigt dies an, daß das Trocknen beendet ist. Man verschließt sodann die Schieber s und $s_1$

Fig. 51.



und öffnet dafür die Schieber L und $L_1$ und O und $O_1$ ganz. Es kehrt sich nun die Richtung des Luftstromes um: die heiße leichtere Luft entweicht durch L, indeß durch O kalte Außenluft nachströmt, so daß der Trockenraum in kurzer Zeit soweit abgekühlt ist, um das Ausräumen derselben zu gestatten.

Der Betrieb der oben geschilderten Trockenvorrichtung wird dadurch zu einem ununterbrochenen, daß man eine Trockenkammer heizt, indeß der getrocknete Inhalt der anderen ausgeräumt und durch zu trocknende Massen ersetzt wird. Nachdem in dem beheizten Trockenraume das Trocknen vollendet ist, wird dasselbe durch einfaches Umstellen der Schieber in dem anderen begonnen und in dieser Weise im Betriebe beider Kammern abgewechselt.

IX.

# Die Arten der künstlichen Steinmassen.

Wir kennen eine größere Zahl von Gemischen, welche durch einen in ihrem Inneren verlaufenden chemischen Proceß innerhalb kürzerer oder längerer Zeit zu festen Massen erstarren — abbinden und hierdurch zu steinartigen Massen werden. Es ist dieses Verhalten so charakteristisch, daß man es als das Kennzeichen aller hierher zu rechnenden Gemische ansehen kann und daher von einer Gruppe der »abbindenden Kunststeinmassen« sprechen kann.

Eine zweite Gruppe von künstlichen Steinmassen kann nur dadurch erhalten werden, daß man die Gemische einem höheren — bei einigen einem sehr hohen Wärmegrade aussetzt — indem man dieselben »brennt«. Wir können diese Gruppe als jene der »gebrannten Kunststeine« bezeichnen.

Die nachstehende Zusammenstellung gibt eine Uebersicht über die verschiedenen Compositionen, welche in diese beiden Gruppen gehören:

## I. Abbindende Kunststeinmassen.

A. Massen mit Aetzkalk:

Kalkmörtel.
Kalk-Sandziegel.
Kalk-Pisé.
Kalk-Aschenziegel (Cendrinsteine).
Kalk-Kokesziegel.
Kalk-Schlackenziegel.

B. Hydraulische Kalkmassen:

Kalk-Puzzuolanmasse.
Kalk-Traßmasse.

C. Kalk-Cementmassen:

Portland-Cemente und mit diesen in Beziehung stehende Massen.
Cementbeton.
Cementguß-Mauerwerk.
Cement-Sandsteine.
Terrazzo.

D. Magnesia-Cementmassen:

Magnesia-Cement-Sandsteine.
Albolith.
Cajalith.

E. Gips-Gußmassen:

Reine Gipsmassen.
Gehärtete Gipsmassen.
Annalith.
Tripolith.
Scott's Cement.
Selenit.
Parian-Cement.
Martin's Cement.
Stucco-Massen.
Kunst-Marmor.

F. Oxychlorid-Gußmassen:

Sorel's Cement.
Magnesia- und Zinkoxyd-Cemente.

G. Wasserglas-Gußmassen:

Wasserglas-Sandsteine.
Wasserglas-Filtersteine.
Kunst-Meerschaum.

## II. Gebrannte Kunststeine.

A. Geglühte, nicht gesinterte Thonmassen:

Gewöhnliche Mauerziegel.
Töpferwaare.
Terracotta.
Siderolith.

B. Geglühte gesinterte Thonmassen:

Klinker.
Steinzeug.
Chamotte und feuerfeste Steine.

C. Geglühte und theilweise geschmolzene thonhaltige Massen:

Fritteporzellan.
Echtes Porzellan.
Compositionen für Schleifscheiben.

D. Geglühte, völlig unschmelzbare Massen:

Massen aus reinem Kaolin.
Massen aus fast reiner Kieselsäure.
Massen aus Magnesia.

## III. Kunststeine von verschiedener Zusammensetzung.

In diese Gruppe gehören alle jene steinähnlichen Massen, welche sich in keine der früher genannten Gruppen einreihen lassen und zu ganz besonderen Zwecken dienen, wie z. B. zur Aufbewahrung von Säuren und Alkalien, zur Nachahmung bestimmter Mineralien, z. B. der sogenannten Meerschaummasse oder des künstlichen Meerschaumes u. s. w. Auch die Asphaltmassen, welche man zum Abdichten feuchter Mauern, zur Herstellung von Plaster für Fußwege und Fahrbahnen benützt, sind hierher zu rechnen.

# Anhang.

## Künstliche Steine.

An die Kunststeine, bei welchen man hauptsächlich dahin strebt, die physikalischen Eigenschaften gewisser natürlicher Steine wie Härte, Festigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen athmosphärische Einflüsse zu erreichen, lassen sich die »künstlich dargestellten Steine« reihen. Letztere unterscheiden sich in keiner ihrer physikalischen oder chemischen Eigenschaften von den entsprechenden in der Natur vorkommenden Mineralien und besteht der Unterschied zwischen den »künstlichen« und »natürlichen« Steinen nur darin, daß letztere durch das Walten der Naturkräfte ohne Hinzuthun der Menschen entstanden sind, während die künstlichen Steine von Menschenhand geschaffen werden, und zwar durch absichtliche Herbeiführung jener Verhältnisse, unter welchen die natürlichen Steine entstanden sind.

Bis zur Gegenwart stehen wir erst an den Anfängen der Kunst, Steine, welche den natürlich vorkommenden in jeder Beziehung gleichen, auf künstlichem Wege herzustellen und beschränken sich die diesfälligen Bestrebungen hauptsächlich auf die Darstellung jener schön gefärbten und dabei sehr harten Mineralien, welche man als Schmucksteine benützt und als Edelsteine bezeichnet. Bis nun ist es erst gelungen, einige derselben, wie z. B. Rubine und Saphire in wohlkrystallisirten, wenn auch nur sehr kleinen Exemplaren darzustellen; es steht aber zu erwarten, daß mit der Vervollkommnung unserer Hilfsmittel — namentlich durch die Anwendung der Wärmequelle, welche uns der elektrische Strom liefert — es möglich sein wird, diese Steine auch in sehr großen Krystallen darzustellen.

Was den Diamant, den kostbarsten aller Edelsteine betrifft, hat man es bis nun erst dahin gebracht, nach verschiedenen Verfahren mikroskopisch kleine Krystalle desselben herzustellen, und ist nicht daran zu zweifeln, daß es einst

gelingen werde, auch diesen Stein in großen Krystallen künstlich anzufertigen. Es wird die Lösung dieser Aufgabe auch von großer technischer Bedeutung sein, indem man dann den Diamant, als den härtesten aller Körper, in viel ausgedehnterem Maße zur Herstellung von Werkzeugen: Steinbohrern, Hobeln, Meißeln für Stahl und andere harte Körper verwenden kann, als dies gegenwärtig mit Rücksicht auf den hohen Preis des Naturproductes thunlich ist.

---

X.

## Künstliche Steinmassen, welche mit Hilfe von Aetzkalk angefertigt werden.

Die steinähnlichen Massen, welche in diese Kategorie von künstlichen Steinen gehören, sind jene, welche unter allen derartigen Gebilden den geringsten Werth besitzen, indem sie ihrer Beschaffenheit nach nur eine verhältnißmäßig geringe Härte, Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen den Einfluß der Witterung haben. Trotzdem sind sie für manche Gegenden, in denen es an Thon, der zur Herstellung von Ziegeln verwendbar ist und an Steinen überhaupt fehlt. In solchen Gegenden muß man sich einen zwar geringwerthigen Baustein auf künstlichem Wege verschaffen und verwendet als Bindemittel Kalk, als Füllkörper Sand. Da an manchen Oertlichkeiten nicht einmal Sand von genügender Beschaffenheit zur Verfügung steht, muß man als Füllkörper andere feste Substanzen verwenden und benützt hierfür Hochofenschlacken, Abfall von Steinkohlenkokes oder geradezu Steinkohlenasche.

Das Abbinden der mit Hilfe von Aetzkalk hergestellten künstlichen Steine erfolgt ziemlich langsam und kommt dadurch zu Stande, daß der Aetzkalk, d. i. Calciumhydroxyd

$Ca(OH)_2$ allmählich aus der Luft Kohlensäure aufnimmt, und im Laufe der Zeit immer mehr Calciumcarbonat $CaCO_2$ gebildet wird. Unter gewöhnlichen Verhältnissen kann es lange Jahre dauern, bis aller Aetzkalk, welcher ursprünglich in einer künstlichen Steinmasse enthalten ist, in Calciumcarbonat übergegangen ist; doch läßt sich diese Umwandlung auch bis zu einem gewissen Grade beschleunigen.

Je mehr Kohlensäure von dem Aetzkalk aufgenommen wird, desto mehr nehmen Härte und Festigkeit der künstlichen Steinmassen zu und treten diese Eigenschaften bisweilen in überraschender Weise hervor. Der gewöhnliche Maurermörtel ist seiner Natur nach auch nichts anderes, als eine Kunststeinmischung, und zeigt der Mörtel an manchen mehrere Jahrhunderte alten Bauwerken bisweilen eine so große Festigkeit, daß eher die durch den Mörtel verbundenen Steine brechen, bevor der Mörtel selbst bricht.

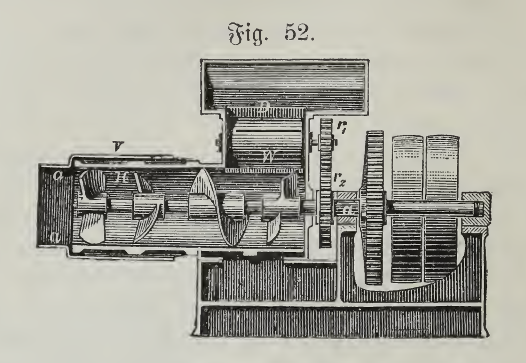
Es ist wiederholt schon der Fall vorgekommen, daß man solches altes Mauerwerk nicht mit den gewöhnlichen Werkzeugen abzutragen im Stande war, sondern dasselbe wie eine Felsmasse sprengen mußte, wobei sich große Blöcke ergaben, in denen die einzelnen Steine durch den ebenfalls zu Stein gewordenen Mörtel fest verbunden blieben.

## Der Kalkmörtel.

Der gewöhnliche Kalkmörtel oder Maurermörtel, wie er von den Maurern in verschiedenen Feinheitsgraden angewendet wird: grober Maurermörtel, feinerer Verputz- und feinster Ziermörtel wird aus gelöschtem Kalk und Sand von verschiedener Beschaffenheit hergestellt. Vielfach und selbst bei der Ausführung großer Bauwerke macht man die Beobachtung, daß der Mörtel in der urwüchsigsten Weise durch Handarbeit, durch Zusammenrühren von gelöschtem Kalk und Sand in einer hölzernen Truhe angefertigt wird, wobei der Arbeiter nicht einmal Kalk und Sand nach bestimmten Verhältnissen abmißt, sondern nach seinem Belieben

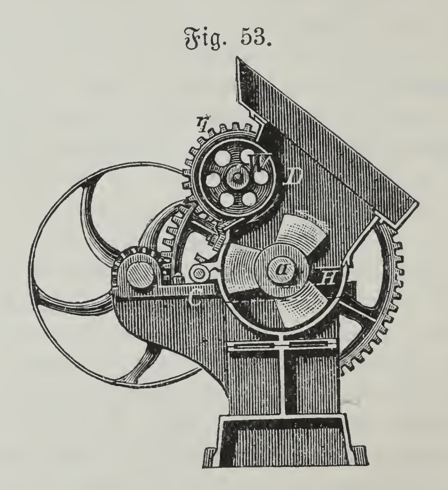
mengt. Bei solchem Vorgehen ist es nicht auffällig, daß bei der Untersuchung des Mörtels manche Theile desselben oft mehr als die doppelte Kalkmenge enthalten, als andere.

Fig. 52.




Da ein Mörtel nur dann mit voller Kraft bindet und auch in geringster Menge angewendet hart werden muß, wenn

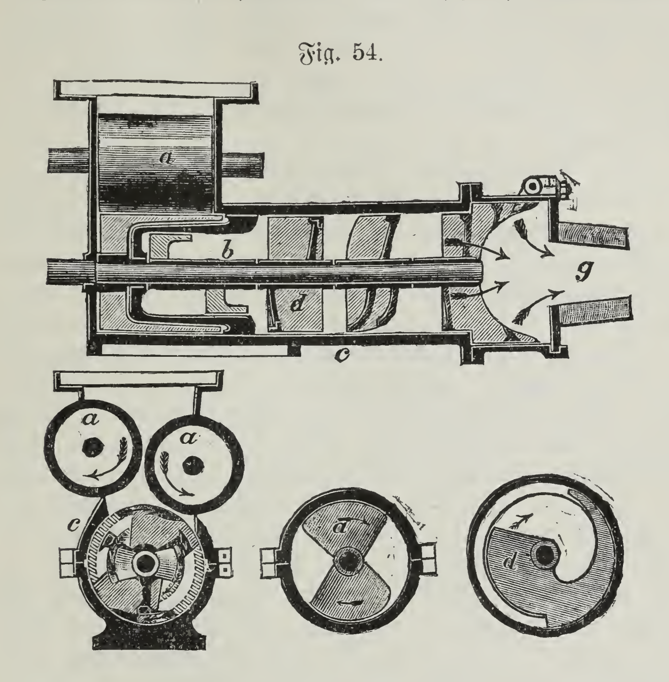
Fig. 53.




er ganz gleichförmig ist, so erscheint die Verwendung einer maschinellen Vorrichtung zur Herstellung des Mörtels unbedingt nothwendig. Man kann zur Anfertigung von

Mörtel ganz wohl eine jener Mischmaschinen verwenden, deren Einrichtung schon in diesem Werke beschrieben wurde, bedient sich aber dort, wo es sich um Darstellung großer Mengen von Mörtel handelt, auch häufig besonderer Mörtel-

Fig. 54.




maschinen, die in ihrer Einrichtung den liegenden Thonschneidern am nächsten kommen.

Fig. 52 zeigt eine derartige Maschine im Durchschnitte, in Fig. 53 in der Seitenansicht und Fig. 54 stellt gewisse Theile der Maschine im Durchschnitt und Ansicht dar.

Die Speisewalze W liegt bei ersterem Apparate unter einem Trichter oder Füllrumpfe D; durch die Zahnräder $r_1$ $r_2$ ist diese Speisewalze mit der Achse, an welcher die Schneidemaschine sitzt, fest verbunden und muß sich gleichzeitig mit dieser drehen; ihre Bewegung X ist jener der

Schneidevorrichtung entgegengesetzt. Der Cylinder ist in der Mitte getheilt, und läßt sich die obere Hälfte desselben um C drehen. Wenn die Maschine gereinigt werden soll, wird der Cylinder V mit dem Mundstück abgenommen und dann der Cylinder H geöffnet. Bei richtiger Beschickung dieses Apparates mit den stets gleichen Mengen von Sand, Kalk und Wasser erhält man bei Anwendung einer geringen Betriebskraft fortwährend eine ganz gleichförmige Mörtelmasse.

Die Materialien, welche man zur Darstellung von Mörtel verwendet, sind Kalk, Wasser und Sand. Je fetter der anzuwendende Kalk ist, desto größere Bindekraft besitzt derselbe und in desto geringerer Menge braucht man denselben anzuwenden, um doch einen guten Mörtel zu erzielen. Die Art des anzuwendenden Sandes hängt wohl von den örtlichen Verhältnissen ab, und muß man eben mit dem Sande vorlieb nehmen, welcher zur Verfügung steht. Der geeignetste Sand zur Mörtelbereitung ist entschieden reiner, scharfkantiger Quarzsand, indem ein solcher einen kräftig bindenden Mörtel liefert und auch im Laufe der Zeit zur Entstehung von Kalksilicat mitwirkt. In manchen Gegenden wendet man auch Steinkohlenasche oder zerkleinerte Hochofenschlacke zur Bereitung von Mörtel an; was die erstere betrifft, so muß sie genügend durch Behandeln mit Wasser von allen löslichen Stoffen befreit sein, indem sonst an dem Mauerwerke durch längere Zeit Ausblühungen entstehen und das Austrocknen des Mörtels nicht eintritt.

Wenn der zur Mörtelbereitung angewendete Sand viel Erde oder organische Stoffe enthält, so ist er zur Anfertigung eines guten Mörtels vollkommen unbrauchbar, denn eine Mauer, welche mit einem derartigen Mörtel hergestellt wird, muß in kurzer Zeit den sogenannten Mauerfraß bekommen, welcher dadurch bedingt wird, daß auf der Mauer Krystalle von salpetersaurem Kalk entstehen, welche an der Luft zerfließen und wird die Mauer dadurch beständig feucht erhalten. Unter dem Einflusse des stark alkalischen

Kalkes wird nämlich aus den stickstoffhältigen Verbindungen in der organischen Substanz salpetersaures Ammonium gebildet, welches sich unter der Mitwirkung der Kohlensäure mit dem Kalke in kohlensaures Ammonium und salpetersauren Kalk umsetzt, welch letzterer dann in der angegebenen Weise auswittert.

Wässer, welche viel Mineralstoffe gelöst haben, namentlich Kochsalz, sind ebenfalls wegen der Bildung von leichtlöslichen Kalksalzen nicht zur Bereitung von Mörtel tauglich und ist aus diesem Grunde das Meerwasser zur Herstellung von Mörtel nicht verwendbar.

Die Menge des Sandes, welche man zur Anfertigung von Mörtel verwenden kann, hängt, wie oben gesagt, im hohen Grade von der Beschaffenheit des angewendeten Kalkes ab, indem ein fetter Kalk viel kräftiger zu binden vermag, als ein magerer. Bei Verwendung von fettem Kalk kann man auf einen Raumtheil des eingesumpften Kalkes (bestehend aus 30 Procent Kalk und 70 Procent Wasser) 3—4 Raumtheile Sand verwenden. Hat man mit magerem Kalk zu arbeiten, so kann man höchstens das doppelte Volumen Sand anwenden.

Je nach der Bestimmung des Mörtels zur Verbindung von Mauerziegeln oder zum Verputz verwendet man gröberen oder feineren Sand und ist besonders grober scharfkantiger, sogenannter »rescher« Sand für den ersteren Zweck sehr geschätzt. Bei Benützung von grobem Sand geht aber viel Kalk nutzlos auf, indem er sich in den großen Zwischenräumen der einzelnen Sandkörner festsetzt. Man vermeidet dies in zweckmäßigster Weise, indem man dem groben Sande etwa ein Viertel seines Volumens an feinem Sand zufügt und beide für sich allein innig vermischt.

Da man den Mörtel der Streichfähigkeit wegen nicht gar zu dünn machen darf, trockene Ziegel das Wasser aber so rasch aufsaugen, daß selbst ein dünnflüssiger Mörtel sehr schnell steif wird, so erscheint es am angezeigtesten, die Ziegel vor dem Auftragen des Mörtels stark mit Wasser zu befeuchten; das an manchen Orten übliche Ein-

legen der demnächst zu verarbeitenden Ziegel in Wasser ist aus dem Grunde nicht zu empfehlen, weil der durchnäßte Ziegel lange Zeit zum Austrocknen benöthigt und die Mauern dann nur langsam trocken werden.

Zur Anfertigung von feinem Verputzmörtel, welcher zum Verkleiden der Ziegelmauern, sowie zur Herstellung von Gesimsen, Verzierungen u. s. w. dient, benützt man sehr feinen Sand und verwendet in der Regel für einen Theil fetten Kalkes nicht mehr als zwei Theile Sand.

Das Erhärten und Abbinden des Mörtels beruht auf physikalischen und chemischen Vorgängen. Der Mörtel wirkt an den rauhen Flächen der Mauersteine in ähnlicher Weise als Bindemittel, wie z. B. Leim zwischen Holz und Gummi zwischen Papier; er wirkt sonach durch Adhäsion und trägt der hohe Druck, welchen die auflastenden Mauersteine auf die Unterlage ausüben, dazu bei, daß z. B. gerade das Mauerwerk in den Grundfesten hoher Gebäude eine so große Festigkeit erlangt. Das zweite physikalische Moment, welches beim Erhärten des Mörtels ins Gewicht fällt, liegt in der Abdunstung des Wassers, welche durch die poröse Beschaffenheit der Ziegel sehr beschleunigt wird. Der Ziegel saugt nämlich das Wasser aus dem Mörtel wie ein Schwamm und läßt es an seinen freiliegenden Flächen abdunsten, so daß hierdurch der Mörtel bald so arm an Wasser wird, um eine dickbreiige Beschaffenheit anzunehmen.

Wie vergleichende Untersuchungen gezeigt haben, zeigt der Mörtel in Bauwerken, welche einige Jahre alt und schon vollkommen trocken geworden sind, außer Verlust an Wasser nur eine verhältnißmäßig geringe Aenderung in seiner chemischen Zusammensetzung; es tritt eine solche erst in einer Reihe von Jahren ein. Wie aus der Untersuchung älterer Mörtel hervorgeht, scheinen bei gewöhnlichem Mauerwerk diese Veränderungen erst nach einer Reihe von Jahrzehnten ihr Ende zu erreichen. In Mörteln, welche Jahrhunderte alt sind, ist der Zustand der Bestandtheile ein derartiger, daß man annehmen kann, es sei in diesen

Mörteln völlige Ruhe in chemischer Beziehung eingetreten.

Solange der Mörtel noch viel Feuchtigkeit enthält, findet kaum eine chemische Veränderung in demselben statt und geht nur ein regelrechtes Verdunsten des Wassers vor sich. Erst nachdem das Wasser aus dem Mörtel so vollständig verdampft ist, daß nur etwa 2—3 Procent vorhanden sind, beginnt die chemische Wirksamkeit. Die in der Luft enthaltene Kohlensäure wird von dem Aetzkali absorbirt und geht dieser im Laufe der Zeit endlich ganz in kohlensauren Kalk oder Calciumcarbonat über, ein Vorgang, der sich bei dünneren porösen Mauern innerhalb einiger Jahre vollziehen kann, so daß man nach dieser Zeit in der Mörtelmasse nur mehr kohlensauren aber keinen freien Kalk mehr nachweisen kann.

Der kohlensaure Kalk, welcher sich in der Mörtelmasse bildet, ist aber nicht von krystallinischer Beschaffenheit, sondern ähnelt in seinem Aussehen der Kreide. Dieser eigenthümliche Zustand ist aber insoferne als ein vorübergehender anzusehen, als thatsächlich in älterem Mörtel dieser nicht krystallinische Kalk immer mehr zurücktritt und sich in krystallinischen verwandelt. Die so entstehenden Krystalle sind sehr klein, und verkitten die scharfkantigen Stücke des Sandes zu einer ungemein festen, harten Masse. Wir sehen hier im Mörtel einen Vorgang sich vollziehen, welcher mit einem anderen, der sich in der Natur an vielen Orten vollzogen hat, große Aehnlichkeit besitzt, nämlich mit jenem der Entstehung vieler sogenannter Sandsteine.

Die Sandsteine gehören zu den secundären Gesteinen, d. h. zu jenen, welche dadurch entstanden sind, daß sich die Trümmer zerstörter Gesteine wieder zu Gesteinen vereinigt haben. Der Quarzsand, welchen man in den Sandsteinen durch kohlensauren Kalk zu einer festen Masse verbunden antrifft, kann durch Zerstörung von Quarzfels oder quarzhaltigen Gesteinen entstanden und die Mischung des Quarzsandes mit dem Kalksande durch Wasser geschehen sein. Im Laufe ungezählter Jahrtausende hat sich dann

diese Masse durch den Druck übergelagerter Gesteinsschichten in harten Fels verwandelt. Eine andere Möglichkeit der Bildung von Sandstein ist auch darin gegeben, daß durch die Sandschichten Tagewässer sickerten, welche reich an kohlensaurem Kalk waren, der in kohlensäurehältigem Wasser gelöst war und durch Verflüchtigung der freien Kohlensäure allmählich zwischen den Sandtheilchen abgelagert wurde und dieselben zu einem Ganzen verkittete.

Wenn man einem Mörtel Gelegenheit giebt, reichliche Mengen von Kohlensäure zu absorbiren, so nimmt seine Festigkeit rasch zu, und findet dies z. B. in bewohnten Räumen sehr schnell statt, indem die ausgeathmete Kohlensäure sofort von dem in dem Mörtel enthaltenen Kalk absorbirt wird. Mörtel soll auch schnell hart werden, wenn man ihn, nachdem er in gewisser Dicke auf das Mauerwerk aufgetragen ist, mit zu Pulver gelöschtem, trockenem Kalk bestreut, auf ihn eine neue Lage von Mörtel aufträgt und auf die nächste Ziegelschaar auflegt. Die Wirkung dieses gelöschten Kalkes läßt sich nur dadurch erklären, daß derselbe dem Mörtel Wasser entzieht und in Folge dessen die ganze Mörtelmasse ärmer an Wasser wird.

Von mancher Seite wird behauptet, daß bei Anwendung von Quarzsand im Mörtel nach längerer Zeit die Bildung von Kalksilicat eintrete und der Mörtel hierdurch sehr fest werde; daß aber ein solcher Vorgang in Wirklichkeit stattfinde, ist noch nicht bewiesen. Am ehesten wäre derselbe denkbar bei Anwendung eines geringwerthigen Kalkes, wie er durch Brennen von mergeligem Kalkstein erhalten wird. Ein derartiger Kalk, welcher viel Magnesia und Thonerde enthält, besitzt gewissermaßen schon die Vorbedingungen zur Bildung von cementartigen Massen und es ist immerhin denkbar, daß im Laufe von Jahrhunderten die in dem Quarzsande gegebene Kieselsäure in eine Verbindung mit Kalk, Magnesia und Thonerde trete; der Beweis, daß dies der Fall ist, wurde jedoch bis nun nicht erbracht.

## Die Kalk-Sandziegel.

Die als Sandziegel oder Kalk=Sandziegel bekannten künstlichen Steinmassen stehen mit dem Mörtel in sehr naher Beziehung und haben in manchen Gegenden, in welchen es an Stein zum Bauen und Lehm zum Ziegelbrennen mangelt, eine gewisse Bedeutung; sonst können sie nur als ein Baumaterial von sehr geringem Werthe bezeichnet werden, da sie von geringer Härte sind und auch gegen Druck nur wenig Widerstand leisten. Was ihre Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse betrifft, ist diese eine ziemlich große, mit Ausnahme der Einwirkung von andauerndem Regen, durch welche sie stark angegriffen werden.

Man stellt die Kalk=Sandziegel am besten unter Anwendung eines grobkörnigen, scharfkantigen Sandes dar, indem man diesen in einer Mischmaschine mit ziemlich dicker Kalkmilch, die aus ganz frisch gelöschtem Kalke bereitet wurde, mengt. Die Masse muß solange bearbeitet werden, bis man in ihr kein Sandkörnchen mehr wahrnimmt, d. h. bis jedes Sandkorn ganz von der Kalkmilch umhüllt erscheint.

Man wählt das Verhältniß zwischen Sand und Kalkmilch in der Weise, daß sich nach genügender Mischung eine dickbreiige Masse von einer Beschaffenheit ergiebt, welche gestattet, die Masse durch eine Ziegelpresse zu formen. Je größer der Druck ist, unter welchem das Formen des Kalk=Sandziegels vorgenommen wird, desto fester fallen die Ziegel aus.

Die aus der Presse kommenden Ziegel haben eine sehr geringe Festigkeit; sie müssen daher vorsichtig angefaßt werden, und stellt man sie auf eine der schmalen Längskanten zum Trocknen hin. Das Trocknen muß in Schuppen geschehen, in denen die Ziegel gegen Regen vollkommen geschützt sind. Zuerst verdunstet nach und nach alles Wasser aus den Ziegeln und findet namentlich im Sommer das

Austrocknen der stark porösen Masse ziemlich schnell statt. Erst nachdem dies erfolgt ist, beginnt eine von außen nach innen fortschreitende Umwandlung des Aetzkalkes in kohlensauren Kalk und gewinnen die Ziegel während dieses Vorganges wesentlich an Festigkeit.

Wenn man die Einrichtung trifft, daß, nachdem die Ziegel ganz ausgetrocknet sind, die Schuppen, unter welchen sie lagern, an den Seiten durch Bretterwände abgeschlossen werden, und stellt zwischen den Ziegel Kokesöfen auf, so nehmen die Ziegeln sehr bald die größte Festigkeit und Härte an, welche sie überhaupt erreichen können. Die beim Verbrennen der Kokes entstehende Kohlensäure wird nämlich von den porösen Ziegeln mit großer Schnelligkeit aufgenommen und von dem Kalke gebunden. Die gleiche Wirkung ließe sich erzielen, wenn man das Rauchrohr irgend einer Feuerung in die Schuppen münden ließe, nur würde man in diesem Falle keine weiß aussehenden Kalk-Sandziegel erhalten, sondern würden dieselben durch Ruß- und Aschetheilchen eine graue bis schwärzliche und stellenweise gefleckte Färbung annehmen. Wenn man Gelegenheit hat, frisch bereitete Kalk-Sandziegel, nachdem sie genügend ausgetrocknet sind, in einen Raum zu bringen, in welchem beständig viel Kohlensäure entwickelt wird, so erlangen die Ziegel in wenigen Tagen eine sehr große Festigkeit. Wir haben in dieser Beziehung Versuche in der Weise angestellt, daß wir die Kalk-Sandziegel in den Gährkeller einer Bierbrauerei lagerten und waren in der stets an Kohlensäure reichen Luft der Gährkeller die Ziegel in etwa 14 Tagen ganz hart geworden und enthielten den Kalk fast nur mehr in Form von kohlensaurem Kalk.

Die Verarbeitung der Kalk-Sandziegel zu Mauerwerk geschieht am zweckmäßigsten mit derselben Masse, aus welcher die Ziegel selbst dargestellt werden, nur stellt man dieselbe so dünnflüssig dar, daß sich ein gut streichbarer Mörtel ergiebt, mit welchem man die Ziegelschaaren verbindet und den man auch zum Verputzen des fertigen Mauerwerkes selbst verwendet.

## Das Kalk-Pisé.

Mit der Bezeichnung Kalk-Pisé oder Kalk-Gußmauerwerk bezeichnet man ein Baumaterial, welches mit dem Kalkmörtel und den Kalk-Sandziegeln die größte Aehnlichkeit besitzt und sich von diesen eigentlich nur dadurch unterscheidet, daß man den Mörtel mit Stein- oder Ziegelbrocken untermischt anwendet. Das Kalk-Gußmauerwerk dürfte wohl jene Art von künstlich dargestellten Steinmassen sein, welche am längsten in Anwendung steht, indem wir Bauwerke aus diesem Materiale kennen, deren Alter Jahrtausende beträgt.

Die Grundmasse des Kalk-Pisé besteht aus gelöschtem Kalk, scharfkantigem, grobem Sand und Wasser und ist sonach nichts anderes als ein sehr grober Mörtel. Man verwendet in der Regel auf einen Theil Kalk bis zu zehn Theilen Sand und nur soviel Wasser, als erforderlich ist, um einen bildsamen Brei zu erhalten. Der Name »Gußmauerwerk« ist insoferne nicht richtig, als der Pisémörtel durchaus nicht die dünnflüssige Beschaffenheit besitzt, welche nothwendig wäre, um denselben durch Guß formen zu können.

Der sogenannte Guß des Pisémauerwerkes findet zwischen hölzernen Wänden statt, die aus Bohlen hergestellt sind, und werden bei Hausbauten die Thür- und Fensteröffnungen aus dem Holze ausgespart. In den Raum zwischen den Holzwänden wird eine Schichte von Pisémörtel gebracht, auf diese eine Schichte groben Schotters geworfen und solange gestampft, bis der Schotter vollständig in dem Mörtel eingebettet ist. Auf die so erhaltene Mörtelschottermasse wird abermals Mörtel aufgetragen, in welchen wieder Schotter eingestampft wird und fährt man in dieser Weise fort, bis die Masse die erforderliche Höhe erreicht hat. Man läßt die Holzwände solange stehen, bis der Mörtel durch Austrocknen eine gewisse Festigkeit erlangt hat, und wird der Pisébau nach Entfernung der Holzwände durch allmähliche Aufnahme von Kohlensäure sehr hart. Die Festig-

keit sorgfältig hergestellter Pisébauten ist überhaupt eine überraschend große und kann man aus Pisé sogar Gewölbe von ziemlich großer Spannweite herstellen und vermögen dieselben, nachdem sie ausgetrockuet sind, bedeutende Belastung auszuhalten.

Ein Uebelstand, welcher den Pisébauten anhaftet, besteht darin, daß sie die Feuchtigkeit des Bodens aufziehen und hierdurch fast immer feucht bleiben. Das ausgetrocknete Pisémauerwerk wirkt nämlich in Folge seiner großen Porosität wie ein Schwamm und steigt vermöge der Haarröhrchenwirkung das Wasser in den Mauern bis zu bedeutender Höhe empor. Es ist aber sehr leicht möglich, diesem Uebelstande in einfacher Weise abzuhelfen, und zwar dadurch, daß man das Mauerwerk an entsprechender Stelle abdichtet. Nachdem das Mauerwerk etwa 30 Cm. über den Boden emporgediehen ist, ebnet man die horizontalen Flächen desselben und belegt sie mit Bleiplatten, von etwa 1 Mm. Dicke, wobei zwei aneinanderstoßende Bleiplatten übereinander gefalzt werden. Die Platten sollen auf beiden Seiten etwa 5 Cm. über das Mauerwerk hervorragen und werden die vorstehenden Theile derselben nach dem Auftragen des Verputzes nach unten gebogen. Da die Bleiplatten vollkommen undurchlässig sind, so kann das von dem Grundmauerwerk aus dem feuchten Erdreich aufgenommene Wasser nur bis zu den Bleiplatten, nicht aber über diese hinauf steigen und bleibt das über den Bleiplatten befindliche Mauerwerk vollständig trocken.

Eine andere Art der Abdichtung des Pisémauerwerkes gegen die Feuchtigkeit des Bodens besteht in dem Auftragen einer Asphaltschichte. Man bringt auf die geebnete Pisémauer einen Asphaltguß von etwa 5 Cm. Dicke und setzt auf diesem die Mauerung fort. Der Asphalt ist zwar auch vollkommen undurchlässig und hindert daher das Hochsteigen des Grundwassers; er wird aber durch den Druck der über ihn befindlichen Massen stark zusammengepreßt und kann es vorkommen, daß der im Laufe der Zeit spröde werdende Asphalt feine Haarrisse bekommt,

durch welche das Grundwasser seinen Weg nach oben findet. Da bei Anwendung von Bleiplatten das Rissigwerden nicht zu befürchten ist, verdienen diese dem Asphalt gegenüber den Vorzug.

Eine besondere Anwendung findet das Kalk-Pisé auch zur Herstellung von Fußwegen, welche aber wirklich nur für Fußgänger bestimmt sind, da sie durch Befahren mit Wagen sehr bald zerstört würden. Man stellt diese Fußwege gewöhnlich in der Weise her, daß man zu unterst groben Schotter-Pisé in einer Dicke von 10—12 Cm. herstellt und auf dieses eine 4—5 Cm. dicke Schichte aufträgt, welche aus 9—12 Theilen scharfkantigem Sand, 1 Theil fetten Kalk und gerade soviel Wasser besteht, als zur Breibildung erforderlich ist. Am zweckmäßigsten mengt man den zu Pulver gelöschten Kalk mit dem Sande trocken, trägt ihn auf das festgestampfte Schotter-Pisémauerwerk, besprengt ihn aus einer Gießkanne mit gerade soviel Wasser, als er aufzusaugen vermag und schlägt dann die Masse mit flachen Keulen, bis sie fest wird. Noch zweckmäßiger ist es, das Dichten der Schichte nicht durch Schlagen, sondern durch wiederholtes Rollen mit einer schweren Eisenwalze vorzunehmen. Das so erhaltene Pflaster soll nicht eher begangen werden, bevor es nicht ganz erhärtet ist und überstreut man dasselbe bis zum völligen Hartwerden wiederholt mit feinem Sand.

Da es in manchen Gegenden, in welchen Pisébauten ausgeführt werden, an Schotter mangelt, welchen man als Füllmaterial zu verwenden hat, sucht man denselben durch verschiedene zu Gebote stehende feste Körper zu ersetzen und verwendet in dieser Beziehung Lehm- und Mergelknollen, ferner grobe Bruchstücke von Hochofenschlacke, Schlacke von Steinkohle, Asche von Steinkohle oder von Torf.

## Die Kalk-Aschenziegel oder Cendrinsteine.

Diese Art von Kunststeinen wird mit Vortheil nur an solchen Orten hergestellt werden können, an welchen das

Hauptmateriale derselben — die Steinkohlenasche leicht in großen Mengen beschafft werden kann, sonach in der Nähe großer Fabriken und in großen Städten, in welchen Steinkohlen verbrannt werden. Die Steinkohlenasche, welche man zur Darstellung der Kalk-Aschenziegel verwendet, bedarf einer sorgfältigen Vorbereitung, indem sie viele nicht brauchbare Körper enthält. Diese bestehen aus unverbrannten Kohlenstücken, Stücken von Gestein, mit welchen die Kohlen gemengt waren, zusammengeschmolzenen und zusammengesinterten Schlackenmassen und endlich in Wasser löslichen Salzen. Steinkohlenasche, welche aus Kohlenklein entstanden ist, das man auf Treppenrosten verbrannte, ist gewöhnlich ganz frei von unverbrannten Kohlenstücken, Steinen und verschlackten Massen, kann also leicht gereinigt werden.

Das Reinigen der Steinkohlenasche beginnt mit einem Durchsieben, wobei alle Stücke, welche über Erbsengröße sind, zurückgehalten werden und nur die feineren Theile durch das Sieb gehen. Diese gesiebte Asche wird entweder in einer Schlämmvorrichtung gewaschen oder zu flachen Haufen geformt, der Luft ausgesetzt. In beiden Fällen wird durch das Wasser die größte Menge der löslichen Salze fortgenommen und können die getrockneten Aschenmassen sodann zur Fabrikation der Kunststeine verwendet werden.

Schlacken, Steine, Kohlenstücke u. s. w. werden durch eine Verkleinerungsvorrichtung in Stücke von der Größe einer kleinen Erbse gemahlen und können diese dann der gesiebten und ausgelaugten Asche beigemengt werden. Der Kalk, welchen man als Bindemittel verwendet, soll so fett als möglich sein und benützt man auf 1 Theil Kalk 3 bis 4 Theile Asche.

Der Kalk wird in Form einer dicken Kalkmilch mit der Asche in einer Mischmaschine zusammengebracht und nur allmählich soviel Wasser zugefügt, als erforderlich ist, um eine Masse zu bilden, welche sich am Beginn der Arbeit nur schwierig kneten läßt. Bei fortgesetzter Bearbeitung in der Mischmaschine nimmt die Bildsamkeit der Masse sehr bald zu und man erhält endlich einen Teig, der an Bild-

samkeit einem gut durchgearbeiteten Thone nicht nachsteht. Es ist in zweifacher Beziehung von Vortheil, die geringste Wassermenge anzuwenden, mit der man überhaupt ausreicht; einerseits trocknen die Aschenziegel in diesem Falle schneller aus, anderseits besitzen die trockenen Ziegel eine größere Dichte.

Die genügend durchgearbeitete Mischung von Asche, Kalk und Wasser wird entweder durch Handarbeit oder mittelst einer Maschine zu Ziegeln geformt und ist es im letzeren Falle am zweckmäßigsten, eine lothrecht stehende Presse anzuwenden, welche die Teigmasse mit großer Kraft in die mit feinem Sande ausgestreuten eisernen Formen preßt. Man läßt die gefüllten Formen unter einer schweren Eisenwalze durchlaufen und bewirkt diese ein nochmaliges Zusammendrücken der teigartigen Masse und streicht zugleich den Ueberschuß derselben über den Rand der Form ab.

Durch kurzes Aufschlagen der Form auf ein mit Sand bestreutes Brett löst man die Ziegel aus derselben und beläßt ihn solange auf dem Brette, bis er genügend ausgetrocknet ist, daß man ihn hochkantig stellen kann. Die Kalk-Aschenziegel bedürfen zum Austrocknen eines längeren Zeitraumes und besitzen auch, nachdem sie lufttrocken geworden sind, nur eine verhältnißmäßig geringe Festigkeit, welche aber umsomehr zunimmt, je länger der Ziegel der Einwirkung der Luft ausgesetzt ist. Es wird nämlich hierbei von dem Aetzkalke immer mehr und mehr Kohlensäure aus der Luft aufgenommen und hierdurch die Aschentheile inniger miteinander verbunden.

Man kann übrigens durch ein einfaches Verfahren, welches keine nennenswerthen Kosten verursacht, das Hartwerden der Kalk-Aschenziegel sehr beschleunigen. Man füllt nämlich mit den lufttrockenen Ziegeln eine Kammer, welche unmittelbar unter der Decke eine Oeffnung hat, derart an, daß zwischen den einzelnen Ziegeln Fugen bleiben, in welchen die Luftbewegung möglich ist. Man läßt in der Kammer nur soviel Raum leer, als erforderlich ist, um einen aus Eisenstäben gefertigten Kokeskorb, wie man ihn

zum raschen Austrocknen feuchter Wände verwendet, einstellen kann.

Wenn man den Korb mit glühender Kokes füllt, so spielt bekanntlich auf der Oberfläche der glühenden Masse fortwährend eine bläuliche Flamme. Diese besteht aus brennendem Kohlenoxyd, welches in Kohlensäure übergeht.

Das heiße Kohlensäuregas zieht zwischen den Fugen der Ziegel durch und wird sehr rasch von dem Aetzkalke gebunden; Anfangs enthält daher das aus der Kammer entweichende Gas in Folge dessen nur einen ganz geringen Gehalt an Kohlensäure. Durch diese Behandlung mit Kohlensäuregas erreichen die Ziegel im Laufe von einigen Stunden eine Festigkeit, welche sie beim Verweilen an der Luft erst nach vielen Monaten erlangen und besitzen dann sogar eine verhältnißmäßig große Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung des Regens.

Die Kalk-Aschenziegel können wie gewöhnliche Mauerziegel unter Anwendung von gewöhnlichem Mörtel verarbeitet werden; am zweckmäßigsten ist es aber, zur Verbindung der einzelnen Steine dieselbe Masse zu verwenden, aus der sie selbst bestehen. Der einzige Unterschied liegt darin, daß man dem Asche-Kalkgemisch eine etwas größere Wassermenge zufügt und zwar soviel, daß ein Brei entsteht, welcher die Beschaffenheit eines gewöhnlichen Mörtels besitzt. In Folge ihrer größeren Durchlässigkeit im Vergleiche mit solchen aus gebrannten Ziegeln müssen Mauern aus Kalk-Aschenziegeln etwas dicker gemacht werden als erstere; sie schützen dann aber ebenso gut gegen von außen kommende Temperaturveränderungen wie diese. Wenn das aus Kalk-Aschenziegeln aufzuführende Gebäude auf feuchtem Grunde errichtet wird, muß der Unterbau aus gebrannten Ziegeln oder Steinen bis zu einer gewissen Höhe emporgebracht werden und ist dann mit einer Isolirschichte gegen das Aufsteigen der Feuchtigkeit zu versehen; auf dieser Isolirschichte kann dann das Mauerwerk aus Kalk-Aschenziegeln errichtet werden.

## Die Schwemmsteine.

Mit dieser Bezeichnung, sowie auch mit dem Namen vulcanischer Tuffstein belegt man künstliche Steinmassen, welche sich von anderen Steinmassen durch mehrere Eigenschaften sehr wesentlich unterscheiden. Sie besitzen im Verhältnisse zu ihrer Größe ein sehr geringes Gewicht, zeigen ein ungemein geringes Vermögen, die Wärme zu leiten und bieten dabei dem Einflusse der Witterung in ausgezeichneter Weise Widerstand. Sie verdanken diese Eigenschaften der eigenartigen Beschaffenheit eines zu ihrer Herstellung verwendeten Minerales, welches unter dem Namen Bimsstein bekannt ist.

Der Bimsstein ist bekanntlich ein Mineral, welches in der Nähe von Vulcanen vorkommt und sich auch in großen Mengen an Orten findet, an welchen einstens vulcanische Thätigkeit stattfand. In Bezug auf seine chemische Zusammensetzung stimmt der Bimsstein mit den Trachyten und Osidianen überein und besteht seiner Wesenheit nach aus einer Masse von glasartiger Beschaffenheit; der Kieselsäuregehalt schwankt zwischen 55 und 75 Procent, der Gehalt an Alkalien und Erdalkalien 5—15 Procent. In physikalischer Hinsicht unterscheidet sich aber der Bimsstein sehr wesentlich von anderen Gesteinen; er ist nämlich von zahllosen kleinen Hohlräumen, welche mit Luft erfüllt sind, durchsetzt und hat es den Anschein, als wenn aus der geschmolzenen glasartigen Masse, welche auch Wasser enthielt, bei ihrem Austritte aus dem Erdinneren das Wasser plötzlich in Dampfform entwichen wäre und hierdurch die zähflüssige Substanz in eine schwammige Masse verwandelt hätte. Das specifische Gewicht des Bimssteines beträgt 2·3—2·5, die zahllosen mit Luft erfüllten Hohlräume bewirken aber, daß Bimsstein auf dem Wasser wie Kork schwimmt.

Die sogenannten Lapilli oder Rapilli, vulcanische Asche, besteht ebenfalls aus Bimsstein, der durch beigemengte Eisensalze meist bräunlich oder grün gefärbt erscheint. Bisweilen kommt diese vulcanische Asche auch als feste zusammen=

gebackene Masse vor, welche man zum Unterschiede von dem aus Wasser abgeschiedenen Kalktuff als vulcanischen Tuff oder Bimssteintuff bezeichnet. Letzteres Mineral findet sich sehr häufig an Stätten ehemaliger vulcanischer Thätigkeit und bildet als Trachytsand ein ungemein wichtiges Materiale zur Herstellung von Bauten.

Der Bimsstein hat in ähnlicher Weise wie der Traß, die Puzzuolan- und Santorinerde die Eigenschaft mit Aetzkalk ein cementartiges Materiale zu bilden, welches nach einiger Zeit abbindet und nicht nur der Einwirkung des Wassers Widerstand leistet, sondern durch dieselbe immer fester wird. Künstliche Steine, welche aus dem Bimsstein-Cemente angefertigt werden, zeichnen sich in Folge ihres großen Gehaltes an porösen Bimssteinstücken durch sehr große Leichtigkeit aus.

Bei der Verarbeitung von Bimsstein, welchen man häufig in Form von großen Blöcken erhält, muß man mit einer nach gewissen Regeln geführten Zerkleinerung der Blöcke den Anfang machen. Man beginnt damit, daß man die Bimssteinblöcke durch ein Brechwerk derart zerkleinert, daß sich Stücke ergeben, deren Größe zwischen der einer Nuß und eines Hühnereies ergeben. Da der Bimsstein sehr spröde ist, erhält man bei dem Zerbrechen stets eine Menge kleinerer Stücke und werden diese durch Siebe mit verschiedener Maschenweite so voneinander gesondert, daß man Stücke zwischen Erbsen- und Kirschengröße erhält. Die kleineren Theile werden zu Mehl gemahlen und bilden das eigentliche Materiale zur Herstellung des Bindemörtels für die Bimssteinstücke.

Um aus dem Bimssteine gewöhnliche Mauerziegel anzufertigen, bereitet man zuerst aus 1 Theil fetten Kalk und 8—9 Theilen Bimssteinmehl nebst der nöthigen Menge Wassers einen ziemlich dünnflüssigen Mörtel, in welchen man soviel von den erbsen- bis kirschengroßen Bimssteinstücken einarbeitet als zulässig ist, um nach dem Abbinden noch eine harte feste Masse zu erhalten. Diese Masse wird in Ziegelformen gegossen, welche mit Bimssteinmehl aus-

gestaubt sind, fest eingepreßt und solange sich selbst überlassen, bis die Erhärtung eingetreten ist. Die aus den Formen genommenen Ziegel können sofort verarbeitet werden und verwendet man zur Verbindung der einzelnen Ziegel untereinander die Masse von der oben angegebenen Zusammensetzung, wodurch das ganze Bauwerk gewissermaßen zu einem einzigen Blocke wird, welcher allmählich eine ungemein große Festigkeit erreicht.

Zur Herstellung von Quadern, größeren Blöcken für Gewölbe u. s. w. verwendet man die größeren durch das Brechwerk erhaltenen Bimssteinstücke und verarbeitet sie in ähnlicher Weise wie dies bei der Anfertigung von Gußmauerwerk geschieht. Man bringt in die Form zuerst eine Schichte des Bimsstein-Kalkmörtels, wirft Bimssteinstücke darauf und stampft sie, so daß sie von allen Seiten von Mörtel umgeben sind, trägt wieder eine Lage Mörtel, dann Bimssteine auf, stampft und fährt auf diese Weise fort, bis die Form gefüllt ist. Es muß sodann das vollständige Abbinden der Masse abgewartet werden, bevor man den Block aus der Form nehmen darf.

Die außerordentliche Leichtigkeit, welche den Bimssteinziegeln neben großer Festigkeit eigen ist, macht sie vorzugsweise zum Baue von Gewölben geeignet und ist diese Anwendung mit dem Vortheile verbunden, daß man in Folge des geringen Gewichtes des Gewölbes die Widerlagsmauern nicht besonders stark zu machen braucht. Letzterer Umstand ist auch von großer Bedeutung, wenn aus den Bimssteinziegeln ein kuppelförmiges Gewölbe errichtet werden soll, welches, falls es keine Last zu tragen hat, aus sehr dünnem Bimssteinmauerwerk auf leichten Stützmauern ausgeführt werden kann.

Eine der markantesten Eigenschaften, welche den Bimssteinziegeln eigen ist, liegt in der außerordentlich großen Langsamkeit, mit welcher dieses Material die Wärme fortleitet und wird dasselbe hierdurch zu einem unübertrefflichen Materiale zur Erbauung von Kellerräumen, in welchen Bierwürzen bei niederer Temperatur vergähren

sollen, Bier oder Eis gelagert werden soll, oder von Räumen, in welchen man die Wärme zusammenzuhalten wünscht, z. B. für Behälter in denen heiße Flüssigkeiten gegen Abkühlung geschützt werden sollen. Ebenso bildet diese Masse ein ausgezeichnetes Isolirmittel für Röhrenleitungen, in welchen kalte oder heiße Flüssigkeiten fortgeführt werden sollen.

Für den Bau von Eiskellern giebt es kaum ein zweckmäßigeres Materiale als die Schwemmsteine und geht man bei demselben in der Weise vor, daß man das Erdreich in solcher Größe aushebt, daß zwischen der Außenwand der künftigen Kellermauer und der Erdwand ein etwa 30 Cm. breiter Raum frei bleibt. Das Mauerwerk aus Schwemmsteinen braucht nur so stark aufgeführt zu werden, als nothwendig ist, um die Decke tragen zu können und wird letztere am zweckmäßigsten auch aus Schwemmsteinen hergestellt.

Wenn man Eis in einen Keller einlagert, so erwärmt sich bekanntlich durch die Einwirkung der Erdwärme das Eis allmählich bis zu seinem Schmelzpunkte und sammelt sich in den tieferen Schichten Wasser von Null Graden an. Dieses Wasser steigt in den Wänden des porösen Mauerwerkes in Folge der Haarröhrchenwirkung empor, so daß nach einiger Zeit das ganze Mauerwerk davon durchtränkt ist. Es gelangt an der Außenfläche des Mauerwerkes zur Verdunstung und ist die Wärmebindung hierbei so groß, daß auch die Luft, welche sich zwischen dem Mauerwerk und dem Mauerwerke und der Erdwand befindet, kaum mehr als Null Grad zeigt. Das in dem Keller befindliche Eis verharrt also fortwährend bei Null Grad und ist ein Abschmelzen desselben von der Seite her ganz aufgehoben. Nur vom Boden des Eiskellers wird durch die Wirkung der Erdwärme ein Schmelzen des Eises veranlaßt und ist es zu empfehlen, die Kellersohle aus einem für Wasser undurchlässigen Material herzustellen, damit das Schmelzwasser nicht versinken könne, sondern von den porösen Wänden aufgesaugt werden.

Ebenso wie Schwemmsteine als Isolirungsmittel gegen den Zutritt von Wärme vortreffliche Dienste leisten, kann man sie als Schutzmittel gegen Wärmeabgabe verwenden. Dampfrohre und Röhrenleitungen für heiße Flüssigkeiten werden in ausgezeichneter Weise gegen Wärmeabgabe geschützt, wenn man sie mit einer 3—5 Cm. dicken Schutzhülle aus Schwemmstein umgiebt. Man verwendet in diesem Falle nur feineren Bimssteinsand zur Herstellung des Mörtels und trägt ihn auf das warme Rohr auf, woselbst er rasch bindet und glatt gestrichen werden kann. Es ist von Wichtigkeit, den Mörtel auf das warme Rohr aufzutragen; wollte man ihn auf das kalte Rohr auftragen, so würde die Ausdehnung der spröden Masse bei der nachfolgenden starken Erwärmung so groß werden, daß der Mörtel in Stücke zerrissen und diese von dem Rohre abfallen.

---

XI.

# Die Schlackensteine.

Bei der Darstellung des Eisens aus den Erzen in den sogenannten Hochöfen setzt man den Erzen gewisse Mineralien zu, welche die Aufgabe haben, mit der Kieselsäure dem Kalke oder anderen Körpern, die den Erzen beigemengt sind, chemische Verbindungen zu bilden, welche in der Temperatur, die in dem Hochofen herrscht, flüssig sind, und die Tropfen von Eisen solange umhüllen, bis letztere in die tieferen Theile des Ofens hinabgesunken und dort nicht mehr der oxydirenden Wirkung der Gebläseluft ausgesetzt sind. Die Mineralien, welche man zum Zwecke der Schlackenbildung den Eisenerzen zusetzt, sind von der Beschaffenheit der Erze abhängig und müssen immer so gewählt werden,

daß sich eine Schlacke ergiebt, deren Schmelzpunkt etwas tiefer liegt, als jener des Gußeisens selbst.

Ihrer chemischen Zusammensetzung nach besteht jede Hochofenschlacke aus Calcium-Thonerde-Silicat, sonach aus einem sehr schwer schmelzbaren Glase und kommen neben diesen beiden basischen Körpern in den Schlacken auch noch Magnesia, Manganoxydul und Eisenoxydul, sowie Alkalien in geringeren Mengen vor. Diese Zusammensetzung der Schlacken entspricht, wie erwähnt, jener eines sehr schmelzbaren Glases; es kann durch entsprechenden Zusatz von Alkalien und Kalk zu einer Schlacke eine Masse dargestellt werden, welche die Eigenschaft eines gewöhnlichen Glases besitzt und verwendet man thatsächlich eine ziemlich bedeutende Menge von Schlacken für diesen Zweck.

Die Menge von Schlacken, welche alljährlich dargestellt werden — man kann auf je ein Cubikmeter Eisen drei Cubikmeter Schlacke rechnen — ist aber eine so große, daß man nach Verwerthung für diese Masse suchen muß. Eine solche besteht nun in ausgezeichneter Weise in der Verwendung der Schlacken zu künstlichen Steinmassen und ist zu bemerken, daß man aus der Schlacke eine große Reihe von steinartigen Producten herzustellen im Stande ist.

## Gegossene Schlackensteine.

Die am einfachsten aus Schlacke darzustellenden Kunststeine sind jene, welche man unmittelbar durch Formen der aus dem Hochofen in geschmolzenem Zustande abgestochenen Schlacke erhält. Bevor man aber daran gehen darf, diese Fabrikation in einem Eisenwerke in Ausführung zu bringen, muß man sich über das Verhalten der betreffenden Schlacke an der Luft Gewißheit verschaffen. Manche Schlacken haben nämlich die Eigenschaft, kurze Zeit nachdem sie zu Steinen geformt sind, an der Oberfläche unzählige feine Risse (Haarrisse) in Folge ungleichmäßiger Ausdehnung zu erhalten. In diese Risse dringt Wasser ein und wenn dasselbe friert, sprengt es die Schlackentheilchen, so daß oft schon nach

einem Winter der Schlackenstein zu groben Pulver zerfallen würde. Eine Schlacke, welche sich gegen die Witterungseinflüsse dieser Weise verhält, ist begreiflicherweise Weise nicht zum Gießen von Steinen geeignet. Um sie hierfür geeignet zu machen, muß man trachten, der Masse eine solche Zusammensetzung zu geben, daß sie sich an der Luft ausdehnen und zusammenziehen kann, ohne hierbei rissig zu werden.

Wenn man Schlacke in Formen gießt, welche oben offen sind, so erstarrt die freie Oberfläche der Schlackenmasse so eben und glatt, daß es gefährlich wäre, auf einen aus solchen Steinen hergestelltem Pflaster zu gehen. Man muß daher trachten, den Steinen eine rauhe Oberfläche zu geben und geht man dabei am besten in folgender Weise vor:

In der Nähe des Hochofens, so daß man die aus letzteren abgestochene Schlacke ohne weiteres zuleiten kann, wird eine entsprechend große Fläche vollkommen geebnet, mit rauhem Quarzsand überdeckt und dieser festgestampft oder gewalzt. Auf diese Fläche wird nun ein eiserner Rahmen gelegt, welcher in Zellen abgetheilt ist, deren jede einem der zu gießenden Steine entspricht. Gewöhnlich verwendet man Rahmen mit quadratischen oder rechteckigen Gießzellen, kann aber selbstverständlich den Zellen auch sechseckige oder achteckige Form geben. Die Höhe des Rahmens, gewöhnlich zwischen 4 und 5 Cm., giebt die Dicke des zu gießenden Steines an.

In der zwei Zellen voneinander trennenden Eisenwand ist ein entsprechend tiefer Ausschnitt angebracht, durch welchen die Schlacke, nachdem sie eine Zelle erfüllt hat, in die benachbarte Zelle überfließen kann. Der Canal, durch welchen die flüssige Schlacke den Gießformen zugeführt wird, geht in eine Rinne über, die längs der Zellenreihen hinläuft, so daß in den nebeneinanderliegenden Zellenreihen die erste Reihe zuerst, dann die zweite u. s. w. von der flüssigen Schlacke erfüllt wird. Gewöhnlich wendet man einen Rahmen an, welcher zum Gusse von 100 Steinen auf einmal hinreicht und ist es zweckmäßig, eine schwerere Eisenwalze zur Verfügung zu haben, welche nach dem Gusse über die noch

flüssige Schlackenmasse hingeführt wird und durch ihr Gewicht letztere zusammenpreßt.

Man füllt beim Abstechen des Ofens die Zellen mit flüssiger Schlacke, wirft auf die Oberfläche der letzteren trockenen feinen, scharfkantigen Quarzsand und rollt nun die schwere Eisenwalze solange über die Schlacke hin und her, bis letztere erstarrt ist und nur mehr dunkelroth glüht. Es ist dann sehr zweckmäßig, die Schlackenmassen mit einer 15—20 Cm. dicken Schichte von Sand zu überdecken und das Ganze solange sich selbst zu überlassen, bis es auf die gewöhnliche Temperatur abgekühlt ist. Dieses Ueberdecken mit Sand hat den Zweck, ein langsames Erkalten der Schlacke zu veranlassen, damit die Molecüle der erstarrenden Masse Zeit haben, sich entsprechend zu lagern, so daß keine innere Spannung entsteht, welche große Sprödigkeit der gegossenen Steine zur Folge hätte.

Nach vollständiger Abkühlung der gegossenen Schlackensteine entfernt man den Sand von der oberen Fläche und hebt die Steine aus. Die kurzen dünnen Verbindungsstücke zwischen zwei Steinen lassen sich leicht wegbrechen und werden die hierdurch entstehenden Unebenheiten entweder mit einem scharfen Werkzeuge abgenommen oder glatt geschliffen. Da die Unterseite der auf diese Weise gegossenen Schlackensteine den Abdruck der rauhen Sandschichte aus welcher der Boden der Gießformen hergestellt ist, wiedergiebt, so zeigen die Steine an dieser Seite eine rauhe Oberfläche und wird diese bei der Herstellung von Pflaster nach oben gekehrt.

Wenn man die Platten aus Schlackenstein durch Schlackencement miteinander verbindet, so erhält man auf diese Weise ein Pflaster für Straßen, welches allen Anforderungen auf das Beste entspricht; es zeichnet sich durch sehr große Härte, Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse aus und ist bei sorgfältiger Ausführung volkommen wasserdicht.

Große Schlackensteine, welche zur Herstellung von Mauerwerk dienen sollen, haben in der Praxis wenig An=

klang gefunden, da ihnen die Porosität fehlt. Man kann aber sehr brauchbare Bausteine aus Schlackenmasse darstellen, wenn man den Steinen eine ähnliche Form giebt, wie den bekannten aus Lehm dargestellten Hohlziegeln. Man stellt zu diesem Zwecke zuerst Gießformen aus Gußeisen dar, welche die Form von aufrechtstehenden Prismen besitzen, die beiderseits offen sind. Der Boden eines solchen Prismas wird aus einer Eisenplatte gebildet, auf welcher sich eine Anzahl von quadratischen Eisenstäben erheben. Wenn man eine derart beschaffene Form mit geschmolzener Schlacke füllt, so erhält man nach dem Erstarren derselben einen Stein, welcher von Canälen mit quadratischem Querschnitt durchzogen ist. Derartige Steine können so wie gewöhnliche Mauersteine zum Bauen verwendet werden und haben vor diesen den Vorzug der größeren Festigkeit und Widerstandsfähigkeit.

## Der Schlackencement.

Die Hochofenschlacke nimmt bei langsamer Abkühlung ein Gefüge an, welches in hohem Masse an jenes eines Eruptivgesteines, wie z. B. Basalt, Porphyr u. s. w. erinnert. In Wirklichkeit kann man ja eine langsam erkaltete Schlacke als ein auf künstlichem Wege hergestelltes Eruptivgestein bezeichnen, da diese Gesteine in geschmolzenem Zustande aus dem Erdinnern hervorgepreßt werden und langsam erstarrten.

Die Bruchfläche eines langsam erkalteten Schlackenstückes erscheint stark krystallinisch und findet man auf denselben sogar mitunter ganz deutlich ausgebildete Krystalle, die umso größer sind, je langsamer die Abkühlung der geschmolzenen Masse vor sich ging.

Ganz anders verhält sich die Hochofenschlacke, wenn man sie plötzlich durch sehr schnelle Abkühlung aus dem flüssigen in den festen Zustand überführt; die erstarrte Masse zeigt dann keine Spur von Krystallisation, sondern eine Beschaffenheit, welche jener nahesteht, die geschmolzenes

Glas, welches sehr schnell abgekühlt wurde, aufweist. Um die sogenannte gekörnte Schlacke, granulirte Schlacke oder den Schlackensand darzustellen, läßt man die in weißglühendem Zustande befindliche geschmolzene Schlacke unmittelbar vom Hochofen weg in kaltes Wasser fließen, in welchem sie zu einer grobsandigen Masse erstarrt.

Die gekörnte Schlacke wird auf geeigneten Vorrichtungen Kollermühlen oder Desintegratoren zu sehr feinem Pulver gemahlen und dieses mit Aetzkalk gemengt. Letzterer muß auf diese Weise dargestellt werden, daß man gebrannten Kalk mit gerade soviel Wasser löscht, als erforderlich ist, um ihn in feines trockenes Pulver zerfallen zu machen. Die Mischung der beiden Pulver muß eine sehr innige sein und soll das Gemenge gegen Luftzutritt soviel als möglich geschützt und daher sofort nach der Fertigstellung in Fässer gefüllt werden. Was das Mengenverhältniß zwischen Schlackenmehl und gelöschtem Kalk betrifft, ist dasselbe von der Zusammensetzung der Schlacke abhängig und muß durch mehrfache Versuche festgestellt werden.

Wenn man 100 Gewichtstheile der Mischung aus Schlackenmehl und Kalk mit 20—30 Gewichtstheilen Wasser innig mischt, so erhält man eine Masse, welche allmählich dicker wird und nach 15—20 Stunden zu einer steinharten Masse, deren Festigkeit mit der Zeit zunimmt und nach 4—6 Monaten jener des besten Cementes gleichkommen kann. Man kann der frisch dargestellten Masse bis zu drei Theilen Sand beimischen und erhält hierdurch eine Masse, welche sich sowohl zum Gießen in Formen wie für Bauzwecke in vorzüglicher Weise verwenden läßt. Der Schlackencement ist auch gegen Wasser widerstandsfähig, erreicht aber in Bezug auf diese Eigenschaften den Portlandcement nicht ganz. Man zieht daher für Wasserbauten die letzteren dem Schlackencemente vor.

## Die Schlackenziegel.

Beim Abschrecken der geschmolzenen Schlacke mit Wasser entsteht zwar immer eine sandartige Masse, deren einzelne

Theile jedoch sehr verschiedene Größe zeigen. Es ist zweckmäßig, dieselbe durch einen Sortirapparat gehen zu lassen und die gröberen Theile zum Vermahlen auf Schlackencement zu bestimmen, indeß die feineren unmittelbar zur Fabrikation von Schlackenziegeln verwendet werden können. Dieser feine Schlackensand hat nämlich schon die Fähigkeit, mit gelöschtem Kalk eine im Laufe einer gewissen Zeit cementartig werdende Masse zu bilden und läßt sich daher mit Vortheil zu Schlackenziegeln verarbeiten.

Zur Darstellung der Masse für Schlackenziegel vermengt man einen Gewichtstheil zu trockenem Pulver gelöschten Kalk innig mit 5—6 Gewichtstheilen Schlackensand und fügt soviel Wasser hinzu, als erforderlich ist, um einen knetbaren Teig zu bilden, der in einer Mischmaschine gleichförmig gemacht wird. Die genügend bearbeitete Masse, welche eine Beschaffenheit haben muß, die jener des nassen Ziegelthones ähnlich ist, wird in Ziegelpressen zu Ziegeln gepreßt. Letztere werden gegen Regen geschützt, so neben- und übereinander aufgestellt, daß die Luft zwischen den einzelnen Ziegeln durchstreichen kann und einige Monate sich selbst überlassen.

Die frisch bereiteten Ziegel sind von ganz weicher butterartiger Beschaffenheit; sie werden später fester und lassen sich nur schwierig zerbrechen, bis sie endlich nach 6 bis 8 Monaten die Festigkeit eines gewöhnlichen Ziegels erreicht haben und dann zur Herstellung eines Mauerwerkes verwendet werden können. Je feiner der Schlackensand ist, den man zur Darstellung dieser Ziegel verwendet, desto schneller erhärten dieselben und ist es durch einen einfachen Kunstgriff möglich, die zum Erhärten erforderliche Zeit sehr abzukürzen. Es kann dies dadurch geschehen, daß man dann blos durch Sieben gewonnenen feinen Schlackensand etwa 10 Procent seines Gewichtes an feinstgemahlenem Schlackensande zusetzt. Letzterer bindet mit dem Kalke viel rascher ab als der grobkörnigere Sand und erlangen die Ziegel dann viel früher die erforderliche Festigkeit, als dies sonst der Fall ist.

Die Schlackenziegel besitzen eine ziemlich rauhe Oberfläche und haftet in Folge dessen der Mörtel sehr gut an denselben; da sie poröser sind, als gewöhnliche Thonziegel sind sie auch zu Hochbauten sehr geeignet. Da bei diesen Ziegeln die Arbeit und die Kosten, welche das Brennen verursacht, ganz entfällt, können sie bedeutend billiger hergestellt werden, als Thonziegel.

## Das Metallik.

Unter dieser Bezeichnung und auch unter dem Namen Metallpflaster kommt eine Composition zur Herstellung von Pflasterplatten in Verwendung, welche der Hauptsache nach nichts anderes ist als ein Schlackencement. In Folge dieser Beschaffenheit stimmt das Metallik auch im Allgemeinen mit den aus Schlackencement hergestellten Steinen überein und ist eigentlich nur der Name das Eigenthümliche an diesem, von manchen Fabrikanten als Neuheit bezeichneten Producte.

Man stellt das Metallik gewöhnlich unmittelbar an dem Orte dar, welcher mit dem Pflaster versehen werden soll, und zwar meistens durch Handarbeit; man erhält aber ein viel gleichförmigeres Product, wenn man eine Mischmaschine anwendet und erspart zugleich bedeutend an Arbeitskraft, denn das Mischen der Bestandtheile ist eine sehr anstrengende Arbeit, welche auf die Dauer nur von einer größeren Arbeiterzahl durchgeführt werden kann.

Das Hauptmateriale zur Herstellung von Metallik ist Sand von Hochofenschlacke, die man in Stücken von Erbsengröße bis zu jener eines großen Stecknadelkopfes verwendet, und welcher mit größeren Schlackenbrocken, die 4—5 Cm. groß sein können, gemischt werden. Gewöhnlich mengt man nach folgenden Verhältnissen:

| | |
|---|---|
| Grobe Schlackenbrocken . . . | 2 Raumtheile |
| Schlackensand . . . . . . | 1 Raumtheil |
| Portland-Cement . . . . . | 1 » |

Diese Körper werden zuerst trocken gemengt, dann so viel Wasser zugefügt, daß ein Brei entsteht. Damit das Abbinden des Breies nicht zu schnell erfolgt, fügt man dem Wasser Soda oder kohlensaures Ammon zu. Der Brei wird dann auf das festgestampfte Erdreich zwischen Brettern in einer mindestens 10 Cm. dicken Schichte aufgetragen und gestampft. Sobald er anfängt abzubinden, werden die Bretter weggenommen und an den eben fertig gestellten Block der nächste angefügt, so daß der ganze Belag der Straße aus einem einzigen Stücke von Metallik besteht. Das Abbinden der richtig hergestellten Metallikmasse geht so rasch vor sich, daß eine mit derselben belegte Straße schon 24 Stunden, nachdem sie fertig gestellt wurde, dem Verkehre übergeben werden kann.

Man kann Metallik auch in der Weise herstellen, daß man von der Masse in Eisenformen die 1 Qm. znr Seite haben, Platten gießt, diese nebeneinander legt und die Fugen, welche zwischen den einzelnen Platten bleiben, mit einer aus Schlackensand und Portland-Cement hergestellten Masse ausgießt. Eine Hauptsache für die Dauerhaftigkeit eines aus einem Stücke bestehenden Pflasters ist das Vorhandensein einer gleichförmig dichten Unterlage. Wenn diese nicht vorhanden ist, so senken sich die weicheren Theile der Unterlage im Laufe der Zeit, so daß das Pflaster hohl liegt. Wenn ein schwerer Wagen über eine solche Stelle fährt, kann das Reißen der Metallikpflaster eintreten und geht letzteres dann rasch zu Grunde. Es tritt nämlich in diese Risse Wasser ein, welches im Winter friert und das Größerwerden der Risse veranlaßt, bis endlich das ganze Pflaster von Rissen durchsetzt ist und uneben wird. Es ist zwar möglich, die Risse in einem solchen Pflaster durch Metallik-Cement auszubessern, ohne daß man jedoch hierdurch die entstandenen Unebenheiten aufheben könnte.

Als Fußbodenbelag in Fabriksräumen und stark begangenen Oertlichkeiten, Bahnhöfen u. s. w. hat sich Metallikpflaster gut bewährt, da es sich durch sehr große Härte auszeichnet. Selbstverständlich kann man diese Masse auch

noch zu anderen Zwecken als zu Pflaster verwenden und hat sich dieselbe z. B. zur Anfertigung von Treppenstufen, zur Herstellung von Wasserbehältern, Futterbarren u. s. w. gut bewährt.

Damit diese Gegenstände an der Oberfläche nicht zu rauh erscheinen und eine gleichmäßige Härte zeigen, was z. B. bei Treppenstufen von Wichtigkeit ist, indem diese sonst an den weicheren Stellen leicht ausgetreten werden, empfiehlt es sich, beim Formen an der Oberfläche zuerst ein Metallik herzustellen, welches nur aus Schlackensand und Portland-Cement besteht und dann den eigentlichen Körper der Treppenstufe aus der Mischung: Schlackenbrocken, Schlackensand und Portland-Cement zu bilden. Man stellt die feinere Schichte zuerst etwa 2—3 Cm. dick her und giebt dann, solange die erste Schichte noch weich ist, die grobe Masse darauf, damit sich beide beim Abbinden zu einer zusammenhängenden Masse vereinigen.

---

## XII.

# Die Cementsteine.

Die mit Hilfe des Portland-Cementes dargestellten künstlichen Steine sind unter allen bisher gehörigen Producten jene, welche die ausgedehnteste Anwendung in den Baugewerben erlangt haben, indem es möglich ist, mit verhältnißmäßig geringen Kosten Quadern beliebiger Form aus denselben herzustellen, deren Widerstandsfähigkeit eine so große ist, daß sie die mancher natürlichen Steine bei weitem übertrifft.

Da man aus passend gewählten Cementmassen auch ganz kleine zarte Gegenstände herzustellen in der Lage ist, verfertigt man jetzt sehr viele Waaren, welche früher aus-

schließlich aus Stein hergestellt wurden — wie Brunnenmuscheln, Canalgerinne, Treppenstufen u. s. w. aus Cementmassen.

Auch in den Kunstgewerben ist die Verwendung von Cementmassen eine stetig zunehmende; ein sehr großer Theil von ornamentirten Tragsteinen, Capitälen für Sälen, Vasen — selbst Figuren werden aus Cementguß verfertigt. Da man den Cement auch verschiedenartig färben kann, ist es sogar möglich, aus den Cementmassen Nachahmungen von Marmor, Porphyre, Basalt, Serpentin und anderen werthvollen Steinarten herzustellen.

Ihrer Wesenheit nach bestehen alle Kunststeine aus Cementmassen aus einer und derselben Substanz: Irgend ein fester Körper, welcher die Füllmasse darstellt, wird mit dem Bindemittel Portland-Cement innig gemischt, daß Gemenge mit Wasser versetzt und erscheint nach dem Abbinden des Cementes dieser mit den Füllkörpern zu einer festen Steinmasse verbunden. Die großen Unterschiede zwischen den verschiedenen Cementsteinen, sowohl in Bezug auf ihr Ansehen als ihre Festigkeit werden durch die Natur der als Futtermateriale verwendeten Körper und deren Größe bedingt. Das rohe Betonmauerwerk und die künstlerisch ausgeführten Terazzo-Mosaiken können gewissermaßen als die beiden Endglieder der langen Reihe von Kunststeinen angesehen werden, welche sich mit Hilfe von Cement herstellen lassen. In jüngster Zeit haben die Cementbauten durch die Anwendung von Eiseneinlagen nach den Verfahren von Rabitz, Monier u. s. w. neuerdings an Ausdehnung gewonnen, indem es bei Anwendung dieser Massen möglich ist, Bogen und Gewölbe von bis nun außergewöhnlichen Ausmaßen herzustellen.

## Das Cement-Gußmauerwerk.

Diese Art Mauerwerk von den Franzosen »beton«, von den Engländern »concrete« genannt, ist in Bezug auf seine Ausführung schon seit uralten Zeiten bekannt, denn

man findet dasselbe — wenn auch in unvollkommener Form schon an Bauwerken vor, deren Ursprung hinter die geschichtliche Ueberlieferung zurückreicht. Bei den alten Culturvölkern den Egyptern, Griechen und Römern war das Gußmauerwerk wohl bekannt und hat sich ein großer Theil der namentlich von letzteren in Gußmauerwerk aufgeführten, zum Theile sehr mächtigen Bauwerke bis auf unsere Zeit erhalten.

Die Verwendung des Gußmauerwerkes bei den alten Völkern verschwindet aber fast vollständig im Vergleiche mit derartigen Bauten, wie sie in der Neuzeit ausgeführt worden sind; namentlich sind es Wasserbauten wie Thalsperren, Gründungen für Brückenjoche, Hafendämme und Wellenbrecher, welche zum großen Theile aus Cement-Gußmauerwerk hergestellt werden.

Die Beschaffenheit eines Gußmauerwerkes ist hauptsächlich von zwei Hauptfactoren abhängig: von der Güte des Porland-Cementes und der Art der als Füllmateriale angewendeten Steine. Was den Portland-Cement betrifft, bestehen bekanntlich in den verschiedenen Staaten besondere Bestimmungen, welche bei der Lieferung von Portland-Cement von Seite der Cementwerke erfüllt werden müssen; diese Bestimmungen beziehen sich auf die Bindekraft, die Festigkeit und Tragfähigkeit des Cementes und werden in den Lieferungsvertrag für größere Bauten aufgenommen.

Als Füllmateriale verwendet man bei der Herstellung von Gußmauerwerk jene Steinarten, welche an dem betreffenden Orte am leichtesten zu beschaffen sind — in Ermanglung von Steinen wohl auch Ziegeltrümmer. Was die natürlichen Gesteinsarten betrifft, verdienen jene, welche größere Härte und Widerstand gegen atmosphärische Einflüsse aufweisen, unbediugt den Vorzug. In dieser Beziehung stehen obenan Quarzfels, Gneis und Granit; diesen zunächst dichter Kalkstein und harter Sandstein. Dolomitischer Kalkstein ist wegen seiner großen Neigung in kleine Stücke zu zerfallen, nicht zu empfehlen, ebendasselbe gilt von gewissen groben leicht zerreiblichen Sandsteinen. Gipssteine

und Mergelsteine sind gar nicht anwendbar, da sie gegen die Einwirkung des Wassers nicht Stand halten.

Damit die Füllsteine mit dem Portland-Cement zusammen eine festbindende Masse geben, die im Laufe der Zeit thatsächlich zu einem Fels wird, ist es erforderlich, daß die Füllsteine scharfkantig seien und frische Bruchflächen besitzen. Es erscheint daher bei der Ausführung größerer Cement-Gußmauern am empfehlenswerthesten, das Gestein in Form kleinerer Blöcke nach der Arbeitsstätte zu schaffen und dort mittelst einer Steinbrechmaschine nach Maßgabe des Fortschreitens der Arbeit, zu zerkleinern.

Für grobes Mauerwerk verwendet man Schotter, dessen größte Stücke nahezu die Größe einer Männerfaust erreichen und frei von kleinen Splitterbruchstücken und Sand sind. Der feinere Abfall, welcher sich beim Zerbrechen von Granit, Gneis und dichtem Kalkstein ergiebt, ist aber durchaus nicht werthlos, sondern kann zu feineren Cement-Gußwaaren verwendet werden. Man trennt ihn durch Siebe nach der Korngröße und vermahlt die feineren Theile noch besonders zu Mehl.

Die Mischungsverhältnisse der einzelnen Bestandtheile, aus welchen das Gußmateriale zusammengesetzt ist, sind nach verschiedenen Angaben sehr wechselnd und werden die nachstehend angeführten Verhältnisse am häufigsten angewendet.

Eine Mischung aus:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Portland-Cement . . . . . | 100 | Theile |
| | Sand . . . . . . . . . . . | 60 | » |
| | Kies . . . . . . . . . . . | 70 | » |
| | Kalk . . . . . . . . . . . | 80 | » |
| | Steinbrocken . . . . . . . | 100 | » |

liefert 200 Theile fertiges Gußmauerwerk, ist aber wegen des Kalkgehaltes nicht zur Ausführung von Bauwerken im Wasser geeignet.

2. Portland-Cement . . . . . 100 Theile
Sand . . . . . . . . . . 200 »
Steinbrocken . . . . . . . . 250 »

ergeben 320 Theile fertiges Mauerwerk.

3. Portland-Cement . . . . . 100 Theile
Sand . . . . . . . . . . 200 »
Kies . . . . . . . . . . . 400 »

bilden 440 Theile Gußmauerwerk nnd ist diese Mischung für Wasserbauten geeignet.

4. Porland-Cement . . . . . 100 Theile
Sand . . . . . . . . . . 300 »
Kies . . . . . . . . . . . 600 »

zusammen 660 Theile Mauerwerk.

5. Portland-Cement . . . . . 100 Theile
Sand . . . . . . . . . . 400 »
Kies . . . . . . . . . . . 800 »

zusammen 880 Theile Cementmauerwerk.

6. Portland-Cement . . . . . 100 Theile
Kiessand . . . . . 400—600 »
Kies . . . . . . . 400—800 »

ergeben 900 Theile Mauerwerk.

7. Portland-Cement . . . . . 100 Theile
Gemisch aus Sand und Kies 400—600 Theile

8. Portland-Cement . . . . . 100 Theile
Sand . . . . . . . . . . 200 »
Steinbrocken . . . . 400—600 »

Die beiden letztangeführten Mischungen werden zur Herstellung feuersicherer Ausfüllungen zwischen eisernen Trägern von I Form besonders empfohlen.

Wie aus der Vergleichung der in den Vorschriften 1—7 angegebenen Mengen von Portland-Cement und den Füllstoffen Sand, Kies und Steinbrocken entnommen werden kann, wechseln die Verhältnisse ungemein und mit ihnen auch die Festigkeit des künftigen Mauerwerkes. Zur Ausführung von Wasserbauten ist immer eine Mischung zu nehmen, in welcher das Verhältniß zwischen Portland-Cement und Füllmaterial nicht weiter als 1 zu 4 oder 1 zu 5 schwankt.

Zur Ausführung kleiner Bauten begnügt man sich mit der Mischung der Materialien meistens mit der Handarbeit. Schotter, Sand und Kies werden auf einer Holzbühne in einem flachen Haufen ausgeschüttet, über diesem das Cementpulver gleichförmig vertheilt und durch Umschaufeln zuerst trocken gemischt. Sodann wird mittelst einer Gießkanne die Masse mit Wasser überbraust und solange durchgeschaufelt, bis sich ein zwar durch und durch feuchtes aber nicht breiartiges Gemische ergiebt. Letzteres wird an den Bauort geschafft und dort festgestampft. Das Eintreten des Abbindens giebt sich an dem Glänzend- und Naßwerden der Oberfläche der Masse zu erkennen und kann dieselbe nach dem vollständigen Festwerden noch mit Wasser überbraust werden, solange es davon aufzusaugen vermag.

Obwohl man auf diese Weise sehr gute Ergebnisse erzielt, ist diese Art des Arbeitens nur für kleinere Verhältnisse angezeigt; für größere Arbeiten ist die Handarbeit zu kostspielig und muß durch Maschinenarbeit ersetzt werden. Es sind bei dieser Arbeit so viele Mischmaschinen aufzustellen, als überhaupt erforderlich sind, um die ununterbrochene Zufuhr der frisch bereiteten Gußmasse an die Arbeitsstätte zu ermöglichen. Dies ist besonders dort von Wichtigkeit, wo die Arbeit unter schwierigen Verhältnissen vorgenommen werden muß, wie z. B. bei Herstellung der Grundlagen für Brückenjoche oder Wehren in einem Flußgerinne. Bekanntlich geschieht dies in der Weise, daß man an der betreffenden Stelle einen eisernen Senkkasten (ein sogenanntes Caisson), welcher unten offen und oben geschlossen ist bis auf den Grund des Wassers versenkt.

Durch Einpressen verdichteter Luft in den Senkkasten, wird das Wasser aus diesem verdrängt und graben die Arbeiten innerhalb des Senkkastens das Erdreich solange aus, bis der Senkkasten auf genügend festen Grund hinab gesunken ist.

Wenn dieser Zeitpunkt eingetreten ist, wird durch den besonderen Schlauch am Senkkasten, welcher bis nun zur Ausbringung des ausgegrabenen Materiales gedient hat, frisch bereitetes Gußmauerwerk eingetragen, festgestampft und damit ohne Unterbrechung fortgefahren, bis der Hohlraum des Senkkastens so hoch mit Cementmauerwerk angefüllt ist, als dies nothwendig erscheint. Es ist auf diese Weise ein auf festem Grunde ruhender aus einem Stücke bestehender Felsblock geschaffen, auf welchem dann die weiteren Bauten ausgeführt werden können. Um Gußmauerwerk auf dem Festlande herzustellen, errichtet man Wände aus Bohlen und Brettern, zwischen welchen die Masse festgestampft wird und welche nach dem Erhärten der letzteren weggenommen werden. Die Herstellung von Gußmauerwerk in den eisernen Senkkästen im Wasser ist nur bis zu einer gewissen Tiefe möglich; in größeren Tiefen als solche, in denen ein Luftdruck von 3—4 Atmosphären nothwendig ist, um das Zutreten des Wassers abzuhalten, würde das Athmen den Arbeitern unmöglich werden. Um nun auch in solchen Tiefen Gußmauerwerk herstellen zu können, verwendet man gleichgeformte prismatische Quadern aus Cementgußmauerwerk, welche übereinander aufgesetzt werden, bis sie in so geringe Wassertiefen emporreichen, daß man auf ihnen unter Anwendung der Senkkästen weiter arbeiten kann, wenn man es nicht vorzieht, die Mauer in der gleichen Weise aus den Blöcken bis über den Wasserspiegel emporwachsen zu lassen.

## Quadern aus Gußmauerwerk.

Die künstlichen Quadern, welche man zu derartigen Bauwerken anwendet, erhalten sehr bedeutende Größen-

verhältnisse — bis zu 3 Meter Länge bei 2 Meter Breite und $1\frac{1}{2}$ Meter Höhe — in manchen Fällen sogar noch mehr und müssen auch entsprechend starke Hebevorrichtungen angewendet werden, um das hohe Gewicht dieser Massen zu bewältigen. Die Anfertigung dieser Quadern geschieht in folgender Weise:

Auf einer ganz ebenen Fläche werden Kästen aus starken Bohlen, besser aus Kesselblech aufgestellt, deren innere Ausmaße dem zu formenden Quadersteine entsprechen. Die Wände des Kastens sind außen durch Bolzen oder Riegel zusammengehalten, so daß sie sich durch Lösen der letzteren leicht zerlegen lassen. An zwei Stellen des Kastens sind Holz- oder Eisenstücke eingesetzt, welche etwa 6 Cm. im Geviert messen und sind auch an den beiden Längswänden gleichgeformte Stücke aufgestellt. Wenn man den Raum des Formkastens mit Cementmauerwerk ausfüllt, so zeigt der fertige Stein an der Unterseite und an den beiden Längsflächen eine 6 Cm. tiefe Rinne, welch' letztere dazu dient, um zwei Ketten um den fertigen Steinblock zu legen und ihn mit diesen heben zu können. Der Block wird an diesen Ketten in das Wasser versenkt und, nachdem er richtig gestellt ist, die Ketten aus den Furchen gezogen.

Da kein Cementmauerwerk gegen die Einwirkung des Meerwassers vollständig widerstandsfähig ist, so sucht man bei der Herstellung von Quadern, welche für den Bau von Hafenmauern, Wellenbrechern u. s. w. bestimmt sind, diesem Uebelstande durch passende Aenderung in der Arbeitsweise zu begegnen. Man füllt nämlich nicht den ganzen Formkasten mit dem aus Steinbrocken und Cement dargestellten Mörtel ohne Weiteres aus, sondern wählt größere Steinblöcke mit ziemlich ebenen Flächen. Diese Blöcke werden so dicht nebeneinander, als dies ihrer Gestalt nach angeht, an die Wände des Formkastens gesetzt und der Innenraum sowie die zwischen den Blöcken frei bleibenden Räume mit dem Cementmörtel ausgefüllt und dieser festgestampft. Man arbeitet auf diese Weise fort, bis der ganze Kasten mit

Mauerwerk erfüllt ist und erhält so einen großen Steinblock, welcher an seinen mit dem Meerwasser unmittelbar in Berührung kommenden Flächen der Hauptsache nach aus Felsgestein besteht, indeß nur die zwischen den einzelnen Blöcken vorhandenen Fugen mit Cementmasse erfüllt sind.

Nachdem der Cement in der Gußmasse vollständig abgebunden hat, löst man die Verschlußtheile des Formkastens, entfernt die Wände desselben und läßt den Quaderstein einige Wochen oder Monate an dem Orte stehen, an welchem er geformt wurde. Nach Verlauf dieser Zeit hat er schon genügende Festigkeit erlangt, daß man ihn an den durch die Furchen gezogenen Ketten auf einen Wagen verladen kann, auf dem er an den Ort seiner Bestimmung gebracht wird.

## Baustücke aus Cementguß.

Die Herstellung von Treppenstufen, verzierten Thür- und Fenstereinrahmungen, Pflasterplatten, Canalgerinnen u. s. w. ist in neuerer Zeit zu einem besonderen großen Gewerbe geworden, welches namentlich in großen Städten ausgedehnten Absatz der Waaren findet. Man verlangt von derartigen Waaren aus Cementguß gleichförmiges Aussehen in Bezug auf die Farbe, Glätte der Flächen und scharfe Ausprägung der Erhöhungen und Vertiefungen und endlich vollkommene Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse.

Bei der werksmäßigen Anfertigung von Bauverzierungen, Gesimsen, Fensterecken u. s. w. handelt es sich um die Herstellung vieler Tausende von Stücken nach einer und derselben Form. Um nun immer Güsse von scharfen Umrissen zu erhalten, ist es nothwendig, gute widerstandsfähige Formen zu haben, welche keiner oder nur einer höchst geringen Abnützung unterworfen sind. Man läßt daher vielgebrauchte Formen am zweckmäßigsten aus Gußeisen, und zwar aus sogenanntem Weichguß herstellen, weil man diesen, falls dies nothwendig sein sollte, noch mit der Feile nacharbeiten kann.

Mitunter kommt es vor, daß von einem gewissen Gegenstand so viele Stücke binnen kurzer Zeit herzustellen sind, daß die zur Verfügung stehenden Eisenformen nicht ausreichen. Man fertigt sich dann Hilfsformen aus Cementguß an und geschieht dies auf folgende Weise:

Ein vollkommen tadelloser Abguß aus Cement, der in der Eisenform hergestellt wurde, wird solange mit Leinöl getränkt, als er davon noch aufzusaugen vermag und dann mit feinster Cementmasse übergossen. Man verwendet am zweckmäßigsten zur Anfertigung dieser Formen gleiche Theile Cement und feinsten Wellsand. Damit die Form die genügende Festigkeit erhalte, wird sie außen noch dick mit gröberer Cementmasse umgossen und zur größeren Sicherheit mit Holz eingefaßt. Die fertige Form wird ebenfalls mit Leinöl getränkt, bis sie nichts mehr davon einsaugt und kann dann zur Herstellung von Abgüssen verwendet werden.

Zur Herstellung kleinerer Gegenstände wie z. B. von Stirnziegeln, Rosetten, kleinen Tragsteinen wendet man nur eine Cementmasse an, welche aus feinem Portland-Cement und feinem Sande — womöglich Quarzsand — hergestellt wurde. Man gießt die Formen voll und setzt die Masse, bevor sie noch anfängt abzubinden, einem starken Drucke aus, indem man auf die gefüllte Form eine ebene Eisenplatte legt und das Ganze unter eine kräftig wirkende Presse schiebt. Durch den allmählich gesteigerten Druck wird der Ueberschuß der Cementmasse ausgepreßt und erscheint dann der Abguß auf der Rückseite vollkommen eben.

Große Gegenstände, wie z. B. Treppenstufen, Brunnenmuscheln u. s. w. werden zuerst in einer Dicke von 3—4 Cm. aus feinem Cementguß hergestellt und sobald dieser anfängt, dickflüssiger zu werden, die Form mit einer Cementmasse, welche aus Cement und feinem scharfkantigen Schotter besteht, zur Gänze ausgefüllt. Man spart hierdurch sehr wesentlich an Cement, ohne daß hierdurch die Schönheit, Glätte und Festigkeit des Gußstückes beeinträchtigt wird.

Gegenständen, welche einer starken Abnützung ausgesetzt sind, wie z. B. Treppenstufen, Pflasterplatten u. s. w., ertheilt

man eine harte Oberfläche, indem man die schwach angefeuchtete Form mit sehr feinem Quarzsand gleichförmig ausstaubt und dann die feine Cementmasse eingießt. Die Oberfläche des gegossenen Gegenstandes besteht dann zum größten Theile aus feinen Quarzstücken, welche durch Cement innig gebunden sind und erlangt hierdurch der gegossene Gegenstand eine bedeutend größere Widerstandsfähigkeit gegen die Abnützung. In ähnlicher Weise werden ausgetretene Treppenstufen aus Cement wieder ausgebessert. Man meißelt die abgenützte Stelle ziemlich tief aus, benetzt sie tüchtig und stellt dann die ursprüngliche Form durch Ausfüllen der Lücke mit feinster Cementmasse wieder her, wobei man die Oberfläche mit feinstem Quarzsand bestaubt und diesen mit einer eisernen Reibfläche solange in die noch weiche Masse einreibt, bis diese erstarrt und Glanz angenommen hat.

## Farbige Cementmassen.

Durch Beimischung hierfür geeigneter farbiger Pulver zur Cementmasse kann man letztere beliebig färben und lassen sich aus derartigen Massen sehr schön aussehende Gegenstände, z. B. Pflasterplatten oder Bauverzierungen herstellen, welche an Schönheit der Farbe den glasirten Thonflächen nahekommen und auch mit schönem Glanze versehen werden können. Was die farbigen Pulver betrifft, welche man der Cementmasse zusetzt, so sind für unsere Zwecke nur jene geeignet, welche durch die stark alkalische Beschaffenheit der Cementmasse nicht verändert werden, wie dies z. B. mit dem Berlinerblau der Fall ist, welches rostfarbig wird. Damit die graue Farbe des Cementes die Schönheit der Farbe nicht beeinträchtige, wählt man zur Herstellung der farbigen Cementmassen immer eine sehr hellfarbige Cementsorte; für dunkle Farben kann man ganz gut grauen Cement verwenden. Wir lassen nachstehend eine Zusammenstellung jener farbigen Körper folgen, welche zum Färben von Cementmassen verwendet werden können.

Für Weiß: Pulver von weißem Marmor, weißem Speckstein, weißem Asbest.

Für Gelb: Chromgelb, gelber Ocker.

Für Roth: Caput mortuum, feinst gemahlener Blutstein (Eisenoxyd).

Für Braun: Pulver von Braunstein.

Für Blau: Smalte (Kobaltglas).

Für Violett: Gemische aus gelben, rothen und blauen Pulvern, stark geglühter Blutstein.

Für Grün: Gemische aus gelben und blauen Pulvern.

Für Schwarz: Pulver von rein schwarzer Steinkohle.

Die anzuwendenden Farbstoffe müssen auf das Feinste gemahlen — wenn erforderlich — auch geschlämmt werden, um sie in Form eines sehr zarten Mehles zu erhalten. Dieses wird trocken mit weißem Cement auf das Innigste gemischt und dann mit Wasser angerührt. Man gießt den Brei in die Formen, so daß derselbe etwa 5 Mm. hoch steht und füllt dann die Form mit der gewöhnlichen Cementsandmischung nach, welche sich mit der farbigen Schichte innig verbindet. Die fertige Platte erscheint dann auf der Oberfläche färbig, auf der Unterseite weiß. Damit die Platten, ohne daß man sie polirt, auf der Oberseite Hochglanz annehmen, ist es angezeigt, als untere Fläche der Form eine starke Spiegeltafel anzuwenden und für die seitliche Begrenzung der Platte einen entsprechend geformten Eisenrahmen aufzulegen.

## Cementmosaik.

Die Cementmosaik — auch als Terrazzo bezeichnet — kann auf zweierlei Arten hergestellt werden, entweder nach dem schon bei den Römern üblichen Verfahren mittelst Marmor oder nach unserem Verfahren ganz aus Cement. Diese Art von Mosaik, welche je nach der Größe der angewendeten Steine verschieden fein ausgeführte farbige Zeichnungen zeigt, wird nach dem alten Verfahren folgendermaßen als Fußbodenbelag in Hausfluren, auf Gängen u. s. w. ausgeführt.

Auf dem Boden wird aus gewöhnlichem Cementmörtel eine mehrere Centimeter dicke Schichte hergestellt und vollkommen geebnet. Auf dieser Fläche wird nun aus verschiedenfarbigen Marmorstückchen, die zum Theile auch künstlich gefärbt werden, die Zeichnung ausgeführt. Die erforderlichen Marmorstückchen, welche nahezu die Form von Würfeln — gewöhnlich mit 10—15 Mm. zur Seite — haben, werden auf besonderen Steinmühlen angefertigt. Nachdem die Zeichnung ganz oder theilweise ausgeführt ist, werden die Steinchen durch ein aufgelegtes Brett, welches man beschwert, soweit in die noch etwas weiche Cementunterlage eingedrückt, daß ihre Oberfläche ziemlich eben erscheint.

Man gießt nun über die Marmorstückchen dünnen feinen Cementmörtel und sorgt dafür, daß derselbe alle Fugen zwischen den einzelnen Steinchen auf das Genaueste ausfülle. Das Terrazzo, welches man nach dem Abbinden des Cementes wiederholt mit Wasser besprengt, bleibt nunmehr einige Tage sich selbst überlassen, damit der Cement vollkommen erhärte und wird dann abgeschliffen.

Das Abschleifen wird mit einem großen prismatischen Stücke von feinkörnigem Sandstein begonnen, welches in einem Holzrahmen gefaßt ist und mittelst einer Handhabe über dem stets naß erhaltenen Terrazzo hin- und hergeschoben wird; das Gewicht des Steines genügt, um die erforderliche Reibung hervorzubringen. Nachdem das Terrazzo eben geschliffen ist, wird es mit einem Marmorstücke polirt und bisweilen noch mit Leinöl eingelassen.

Ein vollständig aus Cement hergestelltes Mosaikpflaster erhält man auf folgende Art: Man gießt aus gefärbtem Cement quadratische Stäbchen mit genau 1 Qucm. Querschnitt. Die erhärteten Stäbchen werden sodann mittelst einer einfachen mechanischen Vorrichtung in würfelförmige Stücke zerschlagen und aus diesen auf der ebenen Cementunterlage die Mosaikzeichnung in der Weise hergestellt, daß die oberen Flächen der Würfel nach oben zu stehen kommen

und die anderen, wie sie durch das Abschlagen der Stäbchen entstehen, sich an der Seite befinden.

Nach dem Aufstellen der Würfel gießt man die zwischen denselben befindlichen Räume mit Cement aus und schleift am Schlusse der ganzen Arbeit das Terrazzo mit einem Sandsteine oder einem Blocke aus Cement und sehr feinem Sande ab. Da die farbigen Cementstückchen durchaus von gleicher Höhe sind, so ist das Abschleifen sehr bald beendet und braucht das Terrazzo nur noch polirt zu werden.

Ein auf diese Weise hergestelltes Cementterrazzo zeigt eine zierlichere Zeichnung als jene mit Marmorstückchen, da bei ersterem die einzelnen Stücke der Zeichnung als scharf begrenzte Quadrate erscheinen; außerdem läßt es sich mit geringeren Kosten herstellen und besitzt die gleiche Haltbarkeit, wie das Marmorterrazzo.

## Nachahmungen edler Gesteine aus Cementmasse.

Durch Anwendung eines hellfarbigen Cementes als Bindemittel und Stücken von gefärbtem Cement, lassen sich leicht Massen herstellen, welche im Aussehen die größte Aehnlichkeit mit dem sogenannten Breccienmarmor besitzen. Letzterer ist auf die Weise entstanden, daß Bruchstücke verschiedenfarbiger Marmorarten an einem Orte zusammengeschwemmt und im Laufe der Zeit durch Infiltration von Kalk wieder zu einem festen Gesteine verbunden wurden. Dieser im Laufe sehr langer Zeiträume stattgehabte Vorgang läßt sich recht gut mit Cementmassen nachahmen.

Man stellt zuerst durch Gießen auf Glastafeln ganz ebene Platten aus verschiedenfarbigem Cement dar, zerschlägt diese in Stücke, die man in entsprechender Weise — die ebenen Flächen nach unten — auf eine von einem Rahmen umschlossene Spiegeltafel legt und mit feinem Cementmörtel in der Dicke von mehreren Centimetern übergießt. Nach dem Erstarren dieser Cementschichte kann man von der Glastafel eine ganz ebene Platte abheben, welche nur mehr einer leichten

Politur bedarf, um das Aussehen einer Platte von Breccienmarmor zu zeigen.

Geaderter, gestreifter, geflammter Marmor läßt sich aus Cementmasse nachahmen, wenn man auf eine Glastafel frisch bereitete farbige Cementmasse in breiteren und schmäleren Streifen ausgießt, mit weißer oder grauer, röthlicher u. s. w. Cementmasse übergießt und durch Stoßen oder Rütteln an der Platte dafür sorgt, daß die Ränder der farbigen und weißen Cementmasse ineinander verfließen.

Eine Nachbildung von Granit läßt sich besonders schön mit Hilfe des Cementgusses herstellen. Man benützt für dieselbe frisch bereiteten Granitsand, dessen größte Körner aber die Größe einer Linse oder halben Erbse nicht übersteigen, mischt den Sand mit einem Viertel an trockenem Cement und setzt soviel Wasser zu, daß ein dünner Mörtel entsteht, den man auf eine Spiegeltafel so ausgießt, daß eine Schichte von 5—8 Mm. Dicke gebildet wird, die man dann mit gewöhnlichem Cementmörtel hintergießt.

In dem dünnen Cementmörtel sinken die Granitstückchen auf die Glasplatte hinab und erscheint die farbige Platte selbst bei genauer Betrachtung, wie eine solche aus echtem Granit. Die Aehnlichkeit wird noch größer, wenn man die Platte noch auf Hochglanz polirt.

Die auf die eben beschriebene Art hergestellten Nachbildungen edler Gesteine lassen sich in ausgezeichneter Weise zum Schmucke von Gebäuden verwenden und können auch, da sie vollkommen wetterbeständig sind, an der Außenseite angebracht werden. Mit Bezug auf diese Eigenschaft sind sie den Nachbildungen edler Gesteine aus Gipsmassen vorzuziehen, indem letztere an und für sich nicht der Witterung Widerstand leisten und erst einer besonderen Behandlung bedürfen, um diese Eigenschaft bis zu einem gewissen Grade zu erlangen.

Wenn man die noch zu beschreibenden Gießmaßen aus Magnesia-Oxychlorid ausnimmt, zeigt überhaupt keine andere von selbst erstarrende Composition in Bezug auf Härte, Festigkeit und Wetterbeständigkeit ein so ausgezeichnetes

Verhalten, als der richtig bereitete Cementguß, der sich außerdem, wie angegeben, schleifen und auf Hochglanz poliren läßt, so daß er auch in dieser Beziehung einem härteren und dichten Naturgesteine, z. B. dem dichten Kalksteine mindestens gleichkommt.

## Die Cementarbeiten nach Monier.

Die nach ihrem Erfinder Monier, Besitzer einer großen Kunstgärtnerei in der Nähe von Paris benannten Cementarbeiten beziehen sich nicht auf eine besondere Cementcomposition — sie werden mit Hilfe des gewöhnlichen Cementmörtels ausgeführt — sondern auf eine eigenthümliche Vereinigung von Eisenconstruction mit Cementbau. Monier's ursprüngliches Bestreben ging dahin, aus Cementmörtel große Gefäße für Glashauspflanzen herzustellen. Diese Gefäße sollten aber bei bedeutender Größe und verhältnißmäßig geringem Gewichte eine genügende Festigkeit besitzen. Um letztere zu erreichen, legte er in die Mitte des Cementgusses ein aus Eisendraht angefertigtes Gerippe oder Netz. Der Erfolg hievon war ein außerordentlicher; man kann auf diese Weise Cementgefäße herstellen, wo deren Wände nur einige Centimeter stark sind und doch genug Festigkeit besitzen, um sehr starken von innen nach außen gehenden Druck vollen Widerstand entgegenzusetzen. Cylindrische Wasserbehälter mit 4—5 Meter Höhe und beliebig großem Durchmesser brauchen bei Anwendung der Eiseneinlage nur mit einer Wandstärke von 5—6 Cm. hergestellt zu werden, um dem seitlichen Druck des Wassers vollen Widerstand zu leisten.

Die überraschend große Festigkeit, welche Gefäße aus Cement mit Eiseneinlagen besitzen, ermuthigte zu Versuchen über das Verhalten ähnlicher Constructionen bei Ausführung von Gewölbe- und Kuppelbauten und auch diese Versuche waren von so günstigen Erfolgen begleitet, daß sich das Monier'sche Verfahren auch sehr bald in der Baukunst einbürgerte. Wie weit man in dieser Beziehung gehen kann,

zeigen verschiedene Beispiele von Brückenbauten, bei welchen Gewölbe von 40 Meter mittlerer Spannweite bei nur 3·5 Meter Pfeilhöhe, 25 Cm. Stärke an den Widerlagern und 17 Cm. am Scheitel der Wölbung vollkommen genügen, um bei der gewöhnlichen Belastung einer Brücke volle Sicherheit zu bieten.

Bei der Herstellung von Bauwerken nach diesem Systeme fällt dem Eisen die Aufgabe zu, die Zugsspannungen aufzunehmen, indeß der Cementmasse der Widerstand gegen den Druck zufällt. Da die hierauf bezüglichen näheren Auseinandersetzungen in das Gebiet der Baukunst gehören, können wir nicht weiter auf dieselben eingehen und begnügen uns hier einige Beispiele zu geben, in welcher Weise derartige Bauwerke ausgeführt werden.

Um ein Gewölbe herzustellen, werden zuerst in gewöhnlicher Weise die Widerlagsmauern errichtet, und auf diesen ein aus Brettern hergestellter Lehrbogen aufgebaut, dessen Fläche der Wölbung des künftigen Gewölbes entspricht. Auf dem Lehrbogen werden in paralleler Lage in bestimmten Entfernungen voneinander (10—20 Cm.) Eisenstäbe in der Wölbung entsprechender Biegung gelegt. Diese Eisenstäbe bestehen aus Eisendraht in der Stärke von 8—12 Mm. Durchmesser; sie werden durch später zu entfernende Stützen 4—5 Cm. über den Lehrbogen gehoben und dann noch durch Verflechten mit Eisendraht miteinander verbunden, so daß ein über den Lehrbogen schwebendes Netz aus dickeren Längsdrähten und dünneren Querdrähten entsteht.

Auf dieses Netz wird nun feinerer Cementmörtel schichtenweise aufgetragen; derselbe fällt durch das Netz auf die Holzunterlage und schließen die nachfolgenden Schichten das Netz in sich ein. Wenn dieses etwa 5 Cm. hoch von dem feinen Cementgusse bedeckt ist, trägt man gröberen Cementmörtel auf und stampft diesen fest. Es wird nun in dieser Weise fortgearbeitet, bis der Bogen von den Widerlagern bis zum Scheitel die erforderliche Stärke erreicht hat. Nachdem der Cementmasse die aus der Erfahrung ge-

gebene Zeit zur vollständigen Erhärtung gegeben wurde, kann der Lehrbogen entfernt und das Gewölbe belastet werden.

Kuppelbauten werden in ähnlicher Weise über eine aus Holz gebaute Lehrkuppel ausgeführt und hat man derartige Gewölbe schon in solchen Stärken hergestellt, daß sie der Rechnung nach den Druck von 40 Tonnen auf das Quadratmeter Gewölbefläche auszuhalten vermögen.

Für viele Gewerbe ist der Besitz sehr großer Gefäße eine Sache von bedeutender Wichtigkeit; Gerbereien, Brauereien, Brennereien und chemische Fabriken benöthigen solcher Gefäße in großer Zahl. Bis nun wurden solche Gefäße dort, wo die Anwendung von Eisen zulässig war, aus diesem Metall, meist aber aus Holz dargestellt, wobei zu bemerken ist, daß große Holzgefäße wegen des hohen Preises des Materiales sehr kostspielig und dabei doch nur von beschränkter Haltbarkeit sind. Gegenwärtig bietet selbst die Herstellung wahrhaft riesiger Gefäße bei Anwendung des Cement-Eisenbaues keinerlei Schwierigkeiten dar.

Bei der Errichtung solcher Gefäße muß man sich die Thatsache vor Augen halten, daß die in dasselbe gebrachte Flüssigkeit sowohl einen Bodendruck, als einen Druck nach der Seite hin ausübt. Der Bodendruck ist gleich der Bodenfläche multiplicirt mit dem Gewichte der überlagernden Flüssigkeit.

Ein Gefäß, dessen Bodenfläche = 1 Quadratmeter ist und welches 1 Meter hoch mit Wasser gefüllt ist, muß daher einem Bodendruck von 1000 Kgr. Widerstand leisten. Da man die Gefäße gewöhnlich auf festem Grund errichtet, wendet man für den Boden des Gefäßes keine Cement-Eisenconstruction an, sondern stellt diesen aus gestampftem Cementmörtel dicht her.

Der Seitendruck, d. i. jener, welchen die Flüssigkeit auf die Wandung des Gefäßes ausübt, ist unabhängig von der Größe des Gefäßes und wird nur durch die Ausdehnung der Seitenwand und ihre Höhe bestimmt. Je bedeutender die letztere ist, desto stärker müssen die lothrecht

stehenden Eisenstäbe genommen werden und desto dichter nebeneinander müssen die horizontal laufenden Umflechtungen derselben mit dünnem Draht nebeneinander liegen.

Bei der Herstellung des Gefäßes stellt man das Gerippe der lothrechten Stäbe zugleich mit der Anfertigung des Bodens her und versenkt die Stäbe bis zu einer gewissen Tiefe in die Cementmasse des Bodens. Man stellt dann durch Umflechtung der oberen Enden der Stäbe die genaue Form des Gefäßes fest, führt dann die Umflechtung in der halben Höhe aus und vollendet so nach und nach das ganze Eisengerippe des Gefäßes.

Die Umkleidung des Gerippes mit Cementmasse wird, je nach der Größe des Gefäßes, an einer oder mehreren Stellen begonnen und bei kreisrunden Gefäßen von der betreffenden Stelle gleichmäßig nach rechts und links fortgesetzt, so daß die nebeneinander aufgetragenen Cementbänder gleichförmig abbinden. Bei viereckigen Gefäßen stellt man an der Innenseite in entsprechender Entfernung von dem Eisengerippe eine glatte Holzwand auf und trägt den Cementmörtel durch Eingießen von oben und Anwerfen desselben von außen durch das Drahtgerippe auf.

## Cementgefäße für besondere Zwecke.

Die Cement-Eisengefäße haben in großen Weinkellereien und Bierbrauereien vielfach Anwendung als Gähr- und Lagergefäße gefunden und giebt man ihnen für diesen Zweck gewöhnlich die Form eines Prismas, dessen Ecken und Kanten innen abgerundet sind, so daß man das entleerte Gefäß durch Ausspritzen mit kräftigem Wasserstrahl und Bürsten leicht zu reinigen im Stande ist. Für Lagergefäße, welche allseitig geschlossen sein müssen, bringt man der Oberseite des Behälters eine ebenfalls aus Cement-Eisenbau hergestellte Wölbung an, die mit einem Mannloch versehen ist, welches seinerseits durch einen Holzdeckel verschlossen wird.

Die fertiggestellten Gefäße müssen mit Wasser gefüllt werden und ist dieses Wasser wiederholt zu wechseln. Dies muß so oft geschehen, als durch das Wasser noch lösliche Stoffe aus dem Cemente aufgenommen werden. Man kann in den Cementgefäßen nicht unmittelbar Wein oder Bier aufbewahren, indem diese Flüssigkeiten freie Säuren enthalten, durch welche der Cement angegriffen und die Flüssigkeiten durch die aufgenommenen Salze verdorben würden.

Um diesem Uebelstande zu begegnen, hat man Cementgefäße hergestellt, welche mit Glas ausgekleidet sind. Man verwendet zu diesem Behufe große Tafeln aus starkem Glas, welche an der Rückseite mit gebogenen Vorsprüngen versehen sind, mit denen man sie bei der Anfertigung des Gefäßes in die noch weiche Cementmasse eindrückt. Die Tafeln müssen vollkommen rechteckig geschnitten sein, so daß nur sehr schmale Fugen zwischen den einzelnen Tafeln frei bleiben, welche mit Cement auf das genaueste ausgefüllt werden.

Die Flüssigkeit kommt bei derartig mit Glas ausgekleideten Gefäßen eigentlich mit dem Cemente gar nicht in Berührung und haben sich solche Gefäße in der Praxis gut bewährt. Es darf übrigens nicht unbeachtet bleiben, daß solche Gefäße ziemlich kostspielig sind und eine zarte Behandlung erfordern, indem bei Brechen einer Glastafel das Einsetzen einer neuen viele Schwierigkeiten verursacht. Man war daher schon seit langer Zeit bemüht, die Oberfläche des Cementes mit schützenden Ueberzügen zu versehen, durch welche die Wechselwirkung zwischen den Bestandtheilen des Cementes und der in das Gefäß gebrachten Flüssigkeit ganz aufgehoben werden soll.

Die bis nun in dieser Richtung bekannt gewordenen Vorschriften entsprechen mehr oder weniger ihrem Zwecke und werden wir bei der Besprechung der für künstliche Steine in Anwendung kommenden Schutzüberzüge von diesen Vorschriften zu sprechen haben.

## Feuersichere und wasserdichte Platten aus Cement.

Nach dem patentirten Verfahren von Simmons und Bock sollen sich feuersichere und wasserdichte Cementplatten auf folgende Art darstellen lassen:

Asbest, welcher auf das Feinste in einem Holländer vermahlen wurde, wird mit frisch ausgeglühtem Zinkoxyd und Cement mittelst dünnen Leinwassers zu einem Brei angerührt. Man verwendet die einzelnen Körper nach folgenden Verhältnissen:

| | | |
|---|---|---|
| Asbest . . . . . | 200 | Gewichtstheile |
| Zinkoxyd . . | 30—130 | » |
| Cement . . . . | 70 | » |

Man überzieht mit dieser Masse unter sehr starkem Druck eine Einlage aus Drahtgeflecht oder einem Gewebe auf beiden Seiten, trocknet sie vollkommen aus und imprägnirt sie mit schwefelsaurer Thonerde, welche mit dem Leim die dem Wasser widerstehende Schichte ergeben soll. Die nochmals gepreßten und geglätteten Platten können dann noch beliebig gefärbt werden und dienen zur Bekleidung von Gebäuden, als Isolirmittel gegen Hitze u. s. w.

Wie uns scheint, dürfte die Feuersicherheit dieser cementhaltigen Massen nur eine ziemlich beschränkte sein, da Cement bekanntlich hohen Temperaturen nur wenig Widerstand zu leisten vermag.

## Die Rabitz-Platten.

Schon vor der Monier'schen Erfindung wurden Massen von der Beschaffenheit der Kunststeine in Verbindung mit Drahtnetzen für Bauzwecke zur Anwendung gebracht, und zwar durch den Berliner Baumeister, nach welchen man die betreffenden Platten auch benannt hat. (Ende der Siebzigerjahre des 19. Jahrhunderts.)

Die Rabitz-Platten bestehen aus einem Netze von Eisendraht, auf welche ein aus Kalk, Sand, Gips, Leimwasser und Kälberhaaren zusammengesetzter Mörtel aufgetragen wird.

Die auf diese Weise hergestellten Platten haben die werthvolle Eigenschaft, schon bei ganz geringer Dicke vollkommen feuersicher zu sein und werden daher vielfach zum Baue von Heizcanälen, Schloten für Malzdarren und Abzügen für heiße Gase angewendet. Sie lassen sich wegen ihres geringen Gewichtes auch mit Vortheil zur Errichtung von Brandmauern an solchen Bauten verwenden, an welchen die Errichtung derartiger Mauern aus Ziegeln nicht möglich ist. Sehr zweckmäßig hat man auch Rabitz-Platten zur Herstellung von Gewölben über großen Sälen verwendet, wo sie den Vortheil bieten, daß beim Abbrennen des Daches das Feuer nicht in den Saalraum übergreifen kann. In den Rabitz-Platten sind die Kälberhaare der einzige brennbare Bestandtheil, der aber im Falle eines Brandes nicht mit Flammen verbrennen, sondern bei starker Erhitzung nur verkohlen kann.

Man kann übrigens an Stelle der Kälberhaare, welche nur den Zweck haben, dem Mörtel mehr Zusammenhang zu geben, mit gleichem Erfolge die unverbrennlichen groben Asbestfäden verwenden und erhält hierdurch ein absolut feuersicheres Material.

## Die Kunstsandsteine.

Wir kennen mehrere Compositionen, welchen man die Bezeichnung künstlicher Sandstein gegeben hat, und sind dies vorzugsweise die Staubkalk-Cementmischungen, die Cement-Sandmischungen und endlich der sogenannte Hydrosandstein. Was die Bezeichnung Sandstein betrifft, verdienen ihn nur jene Massen, welche wirklich eine dem natürlichen Sandsteine ähnliche Beschaffenheit besitzen, d. h. aus Sandkörnern bestehen, welche durch irgend ein Bindemittel, z. B. kohlensaurer Kalk oder Kieselsäure, zu einer festen Masse ver-

bunden sind. Die Verbindung geschah in der Weise, daß in ein Sandlager Wasser eindrang, welches kohlensauren Kalk oder gelöste Kieselsäure mit sich führte, die sich auf den Steinkörnern ablagerten und dieselben zu einer festen Steinmasse verbanden. In manchen Sandsteinen findet man außer Sand nur eine sehr geringe Menge von Bindemitteln und weisen trotzdem diese Steine eine ungemein große Festigkeit auf. Man kann diese Thatsache nur dadurch erklären, daß durch den ungeheueren Druck der über den Sandsteinen gelagerten Massen anderen Gesteines die Sandtheilchen einander ungemein nahegerückt wurden. Diese Wahrnehmung giebt uns aber einen Fingerzeig, in welcher Weise man bei der Darstellung von künstlichen Sandsteinen vorzugehen hat, um wirklich ein hartes haltbares Product zu erhalten.

## Kunstsandsteine mit Cementbindung.

Zur Herstellung dieser Steine wählt man den besten Portland-Cement und einen feinen sehr scharfkantigen Sand von gleichmäßiger Korngröße. Zuerst muß durch Versuche ermittelt werden, wieviele Theile Sand auf einen Theil Cement verwendet werden müssen, um eine Mischung zu erhalten, welche für die nachfolgende Behandlung gerade von der richtigen Beschaffenheit ist.

Cement und Sand werden dann in den entsprechenden Verhältnissen zuerst trocken gemischt, und dann gleichzeitig mit etwas mehr Wasser befeuchtet, als erforderlich ist, um den Cement zum Abbinden zu bringen. Die vorerst noch sandige und wenig feucht anzufühlende Masse wird dann in die Formen gebracht, welche den künftigen Gesteinen ihre Gestalt geben. Diese Formen sind aus Eisen hergestellt und besitzen die Wände der Form eine Anzahl enger Oeffnungen. Wenn Ziegel geformt werden sollen, so wird die beiderseits offene Form etwa eineinhalb Mal solang gemacht, als der Ziegel sein soll und mit einer der schmalen Flächen auf eine Presse gestellt.

Man füllt zuerst die ganze Form mit dem noch sandartig beschaffenen Gemisch voll an und setzt sie dem allmählich gesteigerten Drucke einer sehr kräftig wirkenden Presse aus. Je größer dieser Druck ist, desto besser ist dies für die Beschaffenheit der künftigen Ziegel und wären hydraulische Pressen für unseren Zweck die geeignetsten, da sie den stärksten Druck zu geben vermögen. Sie sind aber für uns weniger gut verwendbar, da sie nur langsam arbeiten und benützt man am besten starke Schlagpressen oder Kniehebelpressen.

Die Räume, welche sich in den Steinmassen zwischen den Sand-, Cement- und Wassertheilchen befinden, sind mit Luft erfüllt und wird diese durch den Druck der Presse aus der Masse getrieben und entweicht durch die Oeffnungen der Form. Wenn die Masse in der Form soweit zusammengepreßt ist, daß sie nur mehr zwei Drittel der ursprünglichen Länge besitzt, nimmt man die Form aus der Presse und läßt sie solange stehen, bis die in ihr befindliche Masse erhärtet ist und der Ziegel aus der Form gezogen werden kann.

Man schichtet die Ziegel, sowie man es in den Ziegelwerken mit den ungebrannten Ziegeln thut, gegen Regen geschützt, so auf, daß zwischen den Schaaren überall Luft durchdringen kann und läßt sie dort solange liegen, bis ein Probeziegel nicht mehr an Gewicht verliert, was den Beweis liefert, daß die ganze Masse lufttrocken geworden ist.

Die getrockneten Ziegel oder sonstigen aus der Cement-Sandmischung gegossenen Körper stellen nunmehr eine Masse dar, welche dem Aussehen nach sehr große Aehnlichkeit mit Sandstein besitzt, aber nicht die Festigkeit derselben aufweist. Um ihr diese zu ertheilen, unterzieht man die Steine der Härtung, welcher Vorgang auf verschiedene Weise durchgeführt werden kann, und je nach dem hierbei eingeschlagenen Verfahren Steine von verschiedener Beschaffenheit liefert.

Am häufigsten härtet man die Steine mittelst einer Lösung von Wasserglas. Zu diesem Zwecke verdünnt man eine Lösung von Wasserglas durch Vermischen mit Wasser solange, bis sie 10—20 Grad Bé. zeigt und tränkt die Ziegel mit derselben.

Die Ziegel werden auf die schmale Fläche aufrecht in ein Gefäß gestellt und in diese soviel von der Wasserglaslösung gegossen, daß der Spiegel derselben nicht ganz bis zum oberen Rande der Ziegel reicht. Die Flüssigkeit dringt dann von unten und von den Seiten in die poröse Masse ein und verdrängt allmählich die in letzterer enthaltene Luft, welche an den oberen Flächen der Ziegel entweicht. Endlich steigt die Flüssigkeit durch Haarröhrchenwirkung durch die aus ihr herausragende Masse empor, und erscheint der Stein ganz von der Wasserglaslösung durchtränkt.

Die Steine werden nun aus dem Gefäße genommen und frei aufgestellt. Während des Verdunstens des Wassers dringt Luft in das Innere der Steine ein, und zerlegt die in ihr enthaltene Kohlensäure das kieselsaure Natron in der Weise, daß gallertartige Kieselsäure ausgeschieden wird und kohlensaures Natron entsteht, welch' letzteres nach dem völligen Austrocknen der Masse in Form haarfeiner Krystalle, die an der Oberfläche der Steine einen weißen Beschlag bilden, auswittert. Durch Abreiben der Steine mit einer Bürste wird dieser Beschlag leicht entfernt. Wenn der Cement noch freien Kalk enthält, so bildet sich im Innern der Steinmasse auch Kalksilicat und werden die Steine hierdurch sehr fest. Um dies zu erzielen, kann man auch dem zur Herstellung der ursprünglichen Masse dienenden Cement 1 Procent seines Gewichtes ungelöschten, zu Pulver zerfallenen Kalkes zusetzen.

Am festesten und härtesten wird aber der künstliche Sandstein erhalten, wenn man zur Härtung desselben das folgende Verfahren einschlägt:

Die an der Luft vollständig ausgetrockneten Ziegel werden in eine Lösung von Chlormagnesium, welche am Beaumé'schen Areometer 10 Grad zeigt, gelegt und mit

dieser vollständig durchtränkt. Da das Chlormagnesium ein Salz ist, welches mit großer Begierde Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, so würden die mit der Lösung desselben getränkten Steine an der Luft nie trocken werden, sondern muß das Austrocknen bei erhöhter Temperatur in einer Trockenstube geschehen, in welcher man die Temperatur auf 60—70 Grad steigern kann.

Nach beendetem Austrocknen werden die noch heißen Steine sofort in eine Wasserglaslösung von 10—12 Grad Bé. gestellt und bleiben in derselben solange, bis sie sich mit derselben vollgesaugt haben. Sie werden sodann wieder zum Austrocknen aufgestellt. Beim Zusammentreffen der Wasserglaslösung mit dem Chlormagnesium, dessen Krystalle durch die ganze Masse des porösen Ziegels vertheilt sind, findet eine Umsetzung der Bestandtheile des Wasserglases und des Chlormagnesiums statt, wobei kieselsaure Magnesia und Chlornatrium (Kochsalz) gebildet wird.

| Wasserglas = | Chlormagnesium = |
|---|---|
| Kieselsäure + Natron | Chlor + Magnesium |

Nach der Umsetzung:

| Kieselsaure Magnesia = | Chlornatrium = |
|---|---|
| Kieselsäure + Magnesium | Chlor + Natrium |

Die kieselsaure Magnesia bildet einen Körper von gallertartiger Beschaffenheit, welcher alle Poren der Sandsteinmasse durchsetzt und derselben eine sehr große Härte und Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse verleiht. Das Chlornatrium krystallisirt beim Lagern der Steine allmählich an der Oberfläche derselben aus, und kann durch Abbürsten derselben oder durch Abspülen mit Wasser beseitigt werden.

An Stelle der Lösung von Chlormagnesium kann auch eine solche von Chlorcalcium verwendet werden und bildet sich dann in dem Steine kieselsaures Calcium und Chlornatrium. Die Arbeit wird genau in derselben Weise durchgeführt, wie mit dem Chlormagnesium; welches von den beiden Salzen angewendet werden soll, hängt von dem

Preise derselben ab. Bei vielen chemischen Processen ergiebt sich Chlorcalcium als Nebenproduct und kann daher aus manchen Fabriken chemischer Producte zu sehr geringen Preisen bezogen werden.

Vermöge seiner durch und durch gleichartigen Beschaffenheit, Härte und Widerstandsfähigkeit gegen Regen und Frost eignet sich der nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren hergestellte Kunststein in ausgezeichneter Weise sowohl zur Herstellung von Mauersteinen und Quadern, zur Verkleidung gewöhnlicher Bauwerke, welche das Aussehen eines aus Stein aufgeführten Baues zeigen sollen, als auch zur Anfertigung von künstlerisch ausgeführten Bauverzierungen, wie Söllerträgern, Stirnziegel und flacher Bilderwerke. Zu den hier aufgezählten guten Eigenschaften der künstlichen Sandsteine kommt noch die, daß sich derselbe sehr billig herstellen läßt, da man von dem kostspieligsten Bestandtheile desselben, dem Portland-Cement nur verhältnißmäßig wenig verwendet und die Hauptmasse des Steines aus Sand besteht.

Es ist noch zu erwähnen, daß man dem Kunstsandsteine auch noch beliebige Farbe geben kann, und zwar indem man entweder färbigen Sand anwendet oder neben Sand noch einen Farbstoff zufügt. Wenn man stark eisenschüssigen Sand anwendet, so erhält man Massen, welche gelbem oder röthlichem Sandsteine gleichen; arbeitet man mit weißem Sand, so ergiebt sich ein nahezu weißer Sandstein und kann man denselben durch Zusatz kleiner Mengen von Colcothar oder von gepulvertem Blutstein eine angenehme röthliche Färbung ertheilen.

## Der Hydro-Sandstein.

Das Fabrikat, welches unter dem Namen Hydro-Sandstein, d. h. Wassersandstein von einigen Fabriken in den Handel gesetzt wird, zeigt ziemlich genau das Aussehen und auch die Härte eines feinkörnigen Sandsteines und

besitzt auch ein gutes Verhalten gegen Witterungseinflüsse. Die Herstellung desselben erfolgt in nachstehender Weise:

Feingesiebter, staubfreier Sand wird mit zu Pulver gelöschtem fetten Aetzkalk trocken innig gemischt; man verwendet auf 6—10 Theile Sand 1 Theil Kalk. Nach dem Trockenmischen fügt man gerade nur soviel Wasser zu, daß die Masse schwach bindend wird, stampft sie in eiserne Formen und unterwirft sie in diesen dem Drucke einer sehr kräftigen hydraulischen Presse, so daß die aus den Formen genommenen Blöcke schon eine sehr bedeutende Festigkeit besitzen.

Die Blöcke werden neben- und übereinander lose in einen eisernen Kasten geschlichtet, der Kasten verschlossen und Wasserdampf von einigen Atmosphären Spannung in den Kasten geleitet. Durch die Einwirkung des heißen Dampfes auf den Kalk und die Kieselsäure des Sandes soll die Bildung eines wasserhältigen Kalksilicates veranlaßt werden und sollen hierdurch Steine von besonderer Festigkeit entstehen.

Es wäre erst durch genaue chemische Untersuchungen festzustellen, ob sich unter diesen Verhältnissen ein wasserhaltiges Silicat bildet, welches dann als Kitt für die ganze Masse dient. Jedenfalls sind aber die Kosten der Herstellung der Hydro-Sandsteine verhältnißmäßig viel größere, als dies bei Darstellung der künstlichen Sandsteine der Fall ist, bei welchen Cement als Bindemittel zur Anwendung kommt. In diesem Umstande mag auch die Ursache zu suchen sein, daß sich die Darstellung des Hydro-Sandsteines nicht besonders ausgebreitet hat.

## Künstlicher Sandstein nach Ransome.

Die Bestandtheile dieses Kunstsandsteines sind Sand, Kreide, Wasserglas und Chlorcalcium. Man mengt zuerst den Sand und das Kreidepulver in trockenem Zustande und fügt sodann die gehörig verdünnte Wasserglaslösung hinzu, welche mit den festen Stoffen vermengt, einen flüssigen Brei geben muß. Zum Schlusse wird das in Wasser gelöste

Chlorcalcium zugefügt und rasch mit den übrigen Bestandtheilen gemischt. Es bildet sich bald eine Masse von sulziger Beschaffenheit, welche nach einiger Zeit fest wird. Sobald man den Beginn des Sulzigwerdens wahrnimmt, wird die Masse in Formen gegossen und erreicht nach einiger Zeit eine ziemlich große Härte. Die Ransome'schen Steine zeigen ziemlich starke Auswitterungen von Kochsalz und ist es daher zweckmäßig, dieselben einige Male auszuwässern, wodurch das Kochsalz aufgelöst wird und das Auswittern unterbleibt.

Der Vorgang, welcher sich beim Erhärten der künstlichen Sandsteine vollzieht, besteht darin, daß sich das Wasserglas mit dem Chlorcalcium in Chlornatrium und kieselsauren Kalk umsetzt. Letzterer ist anfangs von sulziger Beschaffenheit und umhüllt die Sandtheile; im Laufe der Zeit verliert der kieselsaure Kalk, welcher zuerst viel Wasser enthält, dieses Wasser und verbindet die körnigen Theile des Sandes zu einer fest zusammenhängenden Masse.

## Seibel's Patentsteine.

Die zur Darstellung der Seibel'schen Patentsteine oder Cemente dienenden Stoffe sind: Aetzkalk, Kieselsäure (Sand) und Chlorcalciumlösung. Wenn man 50 Theile Aetzkalk mit 50—60 Theilen Kieselsäure mengt und die Masse mit 20 bis 40 Theilen Chlorcalciumlösung anrührt, erhält man eine ziemlich rasch erhärtende Mischung, welcher man auch noch eine weit größere Menge von Kieselsäure (Sand) zusetzen kann, ohne daß die Festigkeit hierdurch beeinträchtigt wird.

Am zweckmäßigsten ist es, den frisch gebrannten Kalk zu pulvern, mit dem Sand innig zu mischen und dann schnell mit der Chlorcalciumlösung anzurühren. Die Masse erhitzt sich in Folge des raschen Ablöschens des feingepulverten Aetzkalkes ziemlich stark und findet dann die Entstehung des basischen Oxychlorides ($CaO + CaCl_2$), welcher im Wasser unlöslich ist, und die Bindung der

Cementmasse bewirkt, sehr schnell statt. Man muß daher die Masse unmittelbar, nachdem sie genügend gemischt wurde, sofort in die zu ihrer Aufnahme bestimmten Formen bringen, in denen sie bald erstarrt.

Wenn man die gegossenen Gegenstände mit einer verdünnten Lösung von Wasserglas tränkt, so nehmen sie einen bedeutenden Grad von Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse an.

---

## XIII.

# Die Gipssteine.

Die aus entwässertem, sogenanntem gebrannten Gips dargestellten steinartigen Massen zeigen in Bezug auf die zum Abbinden erforderliche Zeit, sowie mit Rücksicht auf die Härte und Festigkeit sehr verschiedene Eigenschaften und sind dieselben zum großen Theile von den Zusätzen abhängig, welche man dem Gipse machte, theils werden sie aber auch von der Temperatur bedingt, bei der man den Gips gebrannt hat. Je nach dem Hitzegrade, dem man den Gips beim Brennen unterworfen hat, erhält man entweder eine Masse, welche beim Zusammenbringen mit Wasser sehr schnell erhärtet, oder eine solche, welche längere Zeit zum Abbinden benöthigt, aber dann auch viel härtere Massen ergiebt.

Gips, welcher bei 200 Grad C. gebrannt wurde, erstarrt rasch und bildet das Material zur Herstellung der gewöhnlichen Gipsgüsse und der Stuccaturarbeiten. Gips, welchen man bei einer bis zu 500 Grad C. gehenden Temperatur gebrannt hat, zeigt schon stark hydraulische Eigenschaften: er bindet mit Wasser langsam ab, giebt aber nach dem Erstarren eine viel härtere Masse, als der schwach

gebrannte Gips. Wahrscheinlich findet in diesem Falle der Vorgang der Wasseraufnahme von Seite des wasserfreien Kalksulfates so langsam statt, daß die entstehenden Krystalle von Gips sich regelrecht lagern können und hierdurch die Festigkeit der erhärteten Masse bedeutend größer wird.

Wenn man Gips mit einer gewissen Menge von gebranntem Kalk innig mischt und die Mischung einer so hohen Temperatur aussetzt, daß sie sintert, so erhält man ein Product von noch stärkeren hydraulischen Eigenschaften und nach dem Abbinden von noch größerer Härte. Während aber der reine Gips beim Abbinden sein Volumen nur um etwa ein Procent vergrößert, treibt der mit Kalk versetzte stark gebrannte Gips viel stärker und muß hierauf bei der Herstellung von Güssen die erforderliche Rücksicht verwendet werden.

Durch Zusatz gewisser wasserlöslicher Salze zum Gips läßt sich die Festigkeit und Schärfe der Güsse bedeutend erhöhen und wirken in dieser Beziehung schwefelsaures Kalium, weinsaures Kalium-Natrium (sogenanntes Seignettesalz) und Wasserglas günstig; durch einen Zusatz von Potaschelösung oder Glaubersalz läßt sich die Erhärtung ebenfalls beschleunigen. Anderseits wirken Zusätze anderer in Wasser löslicher Salze, wie Alaun- und Boraxlösung in der entgegengesetzten Richtung: sie verzögern das Erhärten der Massen sehr wesentlich, geben dann aber auch sehr harte Massen. In gleicher Weise wirkt die Anwendung von Leimlösung an Stelle von gewöhnlichem Wasser verzögernd auf das Erhärten der Gipsmassen.

Mit Rücksicht auf diese verschiedenen Eigenschaften, welche der Gips je nach seiner Behandlung beim Brennen erhalten kann, ergiebt sich die Nothwendigkeit, bei angekauftem Gips aus jedem Fasse eine Probe zur Untersuchung zu verwenden, oder, wenn man den Gips selbst brennt, durch genaue Regelung der Temperatur darauf zu achten, daß man ein Product von den gewünschten Eigenschaften erzielt. Die Proben müssen immer in der gleichen Weise

angestellt werden, damit nicht durch wechselnde Verhältnisse verschiedene Ergebnisse erzielt werden.

Wir führen die Prüfung eines Gipses in nachstehender Weise aus: In ein Gefäß von bestimmter Größe wird ein Volumen des lose eingeschütteten und am Rande glatt abgestrichenen Gipsmehles abgemessen und in einem zweiten Gefäße, dessen Fassungsraum genau die Hälfte des Gipsgefäßes beträgt, wird Wasser von Zimmertemperatur — beiläufig 20 Grad C. — abgemessen. Man gießt das Wasser in eine flache Porzellanschale und hält es durch Rühren in beständiger Bewegung, während ein Gehilfe den Gips in einem gleichförmigen Strahl zufließen läßt. Es wird das Entstehen von Luftblasen in der erstarrten Masse am sichersten vermieden, wenn man den Gips in das Wasser fließen läßt und nicht umgekehrt. Nachdem aller Gips zugefügt ist, wird sehr kräftig gerührt, damit die Masse ganz gleichförmig werde und ohne daß man das Dickerwerden derselben abwartet, in die Formen gegossen.

Als Formen für die Proben verwenden wir quadratische Rahmen mit 10 Cm. zur Seite und 2 Cm. Höhe, welche auf eine ebene Glastafel gestellt werden und in denen der eingegossene Gipsbrei glatt gestrichen wird. Man verzeichnet die Zeit, welche von dem Augenblicke, in welchem man den Gips in das Wasser eingetragen hat und jenem, in welchem das Erstarren des Breies in der Form erfolgt, verstreicht. Diese »Abbindezeit« wird später auf dem Probeguß verzeichnet.

Die nach dem vollständigen Erhärten der Platten aus den Formen genommenen Probegüsse werden gewogen und auf eine der schmalen Flächen in einem Wohnzimmer aufgestellt; eine täglich ausgeführte Nachwägung zeigt das Fortschreiten der Austrocknung (Verdunstung des überschüssig vorhandenen, nicht chemisch gebundenen Wassers) an. Nach dem vollständigen Austrocknen der Platten kann man auf der vollkommen ebenen Fläche, welche die der Glasplatte zugewendete Seite des Gusses zeigt, das Aussehen und die Härte des Gusses sehr leicht prüfen.

Wenn man Versuche über das Verhalten des Gipses gegen verschiedene Härtungs- oder Färbemittel sowie über Füllstoffe anstellen will, ist es ebenfalls sehr bequem sich in der eben beschriebenen Weise Probeplatten anzufertigen, indem man dann an den Ergebnissen, welche diese liefern, sehr leicht ermitteln kann, in welcher Weise man im Großen vorzugehen hat.

## Die Gipsmörtel.

An vielen Orten, an welchen Gips ein häufig vorkommendes Mineral ist, wird derselbe in gebranntem Zustande vielfach als Mörtel für Bauzwecke verwendet und werden auch mit solchen Gipsmörteln die Vorderseiten der Häuser verputzt, Scheidewände und Estriche im Inneren derselben hergestellt. In Paris, in dessen Nähe sehr ausgedehnte Gipslager vorkommen, findet z. B. der Gips für Bauzwecke eine so vielseitige Verwendung, daß dort vielleicht die Benützung von Gipsmörtel häufiger ist, als jene der aus gebranntem Kalk bereiteten Mörtel.

Bei der Verwendung von Gips als Mörtel im eigentlichen Sinne des Wortes ist das rasche Abbinden des Mörtels eine unerwünschte Sache, indem man dann immer nur soviel Mörtel bereiten dürfte, als binnen der wenigen Minuten, die zwischen dem Wasserzusatze und dem Abbinden verstreichen, verarbeitet werden kann. Um diesem Uebelstande zu begegnen, wendet man allgemein eine Lösung von Borax an, von welcher man dem Wasser eine entsprechend gesättigte Menge zufügt.

Die gesättigte Boraxlösung wird am besten in der Weise bereitet, daß man in ein mit Wasser gefülltes Faß einen mit Borax gefüllten Korb so einhängt, daß sich der Boden des Korbes etwa 10 Cm. unter dem Wasserspiegel befindet. Die sich bildende Boraxlösung sinkt als specifisch schwerere Flüssigkeit in dem Wasser unter und kommen immer neue Wassermengen mit dem Salze in Berührung, so daß man binnen kurzer Zeit eine gesättigte Boraxlösung erhält. Bei gewöhnlicher Temperatur nimmt Wasser beiläufig

ein Zehntel seines Gewichtes an Borax auf; 1 Hkltr. Wasser löst also rund 10 Kgr. Borax.

Je mehr man dem zur Bereitung des Gipsmörtels dienenden Wasser von dieser Boraxlösung zufügt, desto langsamer erhärtet derselbe. Gips, welcher mit einer Flüssigkeit, bestehend aus 12 Volumen Wasser und 1 Volumen der gesättigten Boraxlösung angerührt wurde, erhärtet bei etwa 10 Grad C. beiläufig binnen 15—20 Minuten — bei kühlerer Temperatur ist die zum Erhärten erforderliche Zeit eine noch längere. Bei Anwendung einer Mischung von 8 Raumtheilen Wasser und 1 Raumtheile Boraxlösung dauert es eine Stunde und länger, bevor das Erstarren des Mörtels eintritt und lassen sich solche Mörtel sehr zweckmäßig in Mischmaschinen darstellen.

Man kann sich für Bauzwecke eines Mörtels bedienen, welcher blos aus Gips und Boraxwasser bereitet wurde und kann man den mit der Kelle kräftig an die Steine geworfenen Mörtel durch Bearbeiten mit glatten eisernen Reibplatten während des Abbindens vollkommen eben und so glänzend machen, daß er namentlich im Inneren von Gebäuden durch lange Zeit das schöne Aussehen bewahrt.

Durch Versetzen des Gipses mit scharfkantigem Sand, Quarzsand, Sand von dichtem Kalkstein oder Sand von Hochofenschlacken erhält man nicht nur einen billigeren Mörtel als einen solchen, welcher blos aus reinem Gips dargestellt wurde, sondern der Mörtel nimmt nach dem Erhärten einen so bedeutenden Grad von Widerstandsfähigkeit gegen Regen und Frost an, daß man ihn sehr wohl zum Verputzen der Außenseite von Häusern verwenden kann, wozu Mörtel aus reinem Gipsmehl nicht geeignet ist, da er dem Wetter ausgesetzt, sehr bald rissig wird und abbröckelt. Eine ganze Reihe von Producten mit verschiedenen Benennungen, welche wir unten des Näheren besprechen werden, besteht eigentlich nur aus verschieden combinirten Gipsmörteln.

In der Baukunst wird der reine Gips hauptsächlich zur Herstellung von Gipsdielen und gegenwärtig wohl nur mehr selten, von Estrichen verwendet.

## Die Gipsdielen.

Die Gipsdielen dienen zur raschen Anfertigung von Scheidewänden in Gebäuden und werden aus geringem gewöhnlichen grauen Gips gegossen. Damit die Dielen kein großes Gewicht haben, wird von manchen bei der Anfertigung derselben dem Gips eine gewisse Menge von klein gehacktem Stroh oder Werg von alten Stricken beigemischt. Die Form und Größe der Dielen richtet sich nach dem jeweiligen Erfordernisse; gewöhnlich stellt man dieselben 1 Meter lang, 50 Cm. breit und 5 Cm. dick her. Um einen guten Zusammenschluß der Dielen herbeizuführen, bringt man an den Schmalseiten derselben abwechselnd eine Vertiefung und eine Erhöhung in Feder und Nuth an. Bei der Aufstellung werden die Dielen an diesen Stellen mit dünnem Gipsbrei angestrichen; man preßt sie dann aneinander und verstreicht den aus den Fugen hervorgepreßten Gips auf der Fläche.

Es ist bei Anwendung dieser Dielen möglich, eine Scheidewand in einem größeren Zimmer innerhalb einiger Stunden herzustellen und bietet dieselbe den Vortheil, daß man sie sofort tapezieren kann. Wenn man zwei Dielenwände in einer Entfernung von 5 Cm. voneinander aufstellt, so wirken sie in Bezug auf Abhaltung des Zutrittes von Kälte, sowie des Schalles wie eine gute, beiderseits verputzte Ziegelmauer. Zur Erzielung der größeren Festigkeit einer solchen Doppelwand versieht man die auf einer Seite zur Verwendung kommende Diele mit Vorsprüngen, welche 5 Cm. hoch und 3 Cm. breit sind und die andere Dielenwand berühren. Durch Beimischung einiger Procente von zu Pulver gelöschtem Kalk vom Gewichte des Gipses erhält man eine Masse von größerer Festigkeit.

## Die Gips-Estriche.

Estriche werden gegenwärtig der weitaus größeren Haltbarkeit wegen fast allgemein aus Cement hergestellt, doch findet man an einigen Orten, an denen Gips zu billigen Preisen zur Verfügung steht, noch Estriche aus Gips vor. Man fertigt dieselben an, indem man den Boden vollkommen ebnet und mit Gipsbrei gleichmäßig in einer 3 bis 5 Cm. dicken Schichte übergießt. Nachdem der Guß durch 24 Stunden sich selbst überlassen blieb und vollkommen erhärtet ist, dichtet man ihn noch durch Schlagen mit halbrunden Hölzern oder vorsichtiges Stampfen mit eisernen Stößeln. Das Stampfen muß mit Vorsicht vorgenommen werden, weil sonst leicht Risse in der Masse entstehen.

Durch Abhobeln mit langen eisernen Ziehklingen nimmt man alle Erhöhungen weg und übergießt die vollkommen trockene Fläche mit Leinöl oder Leinölfirniß, welcher mit Wolllappen tüchtig eingerieben wird. Die Masse nimmt hierdurch Glanz an und kann der fertige Estrich dann ohne zu leiden, mit Wasser gewaschen werden. An Stelle des Leinöles kann man auch geschmolzenen und mit heißem Wasser stark verdünnten Chromleim aufgießen und von der Gipsmasse einsaugen lassen. Nach einigen Tagen ist der Chromleim durch die Einwirkung des Tageslichtes unlöslich geworden. Endlich kann man auch den fertigen Estrich mit Caseïnlack imprägniren und gibt dieser nach dem Verdunsten des Ammoniaks einen sehr hübschen Glanz.

Wenn der Estrich nicht einfärbig weiß erscheinen soll, sondern mosaikartige Zeichnungen, Irrwege, Sterne u. s. w. zeigen soll, so werden diese mit entsprechend gefärbtem Gips in besonderen Formen gegossen und dann an jene Stellen des geebneten Bodens gelegt, an denen die Zeichnung erscheinen soll. Man gießt dann weißen Gipsbrei solange auf, daß die oberen Flächen der farbigen Stücke noch dann sichtbar bleiben und hobelt schließlich den Estrich glatt.

Wegen der geringen Härte nützen sich diese Estriche bald ab, können aber durch Ausstemmen der schadhaften

Stellen und neuerlichen Einguß von Gipsbrei wieder hergestellt werden. Sehr gut lassen sich nach Art der Estriche hergestellte Platten an Stelle des eigentlichen Kunstmarmors bei der Ausschmückung von Räumen verwenden, bei welchen der höheren Kosten wegen der Kunstmarmor nicht in Verwendung gebracht werden kann. Man benützt zur Anfertigung der Platten, denen man der Leichtigkeit der Handhabung wegen selten eine größere Breite als 1·50 höchstens 2 Meter giebt, eine feste Unterlage aus aneinandergefügten Bohlen und bestreut diese gleichmäßig mit grobem Sand. Die Dicke der zu gießenden Platte wird durch Randleisten, welche rings um die Platte laufen, bestimmt und der Guß vollzogen.

Bei Anfertigung besonders großer derartiger Platten, welche an lothrechten Wänden befestigt werden sollen, ist es angezeigt, für eine Verstärkung der Platten zu sorgen, damit sie beim Abheben von der Unterlage nicht brechen. Man verstärkt die Platten, indem man zuerst nur 2 Cm. hoch Gips aufgießt, wenn dieser anfängt zu erhärten, auf der Fläche grobe Sackleinwand eben ausbreitet und auf diese abermals 2 Cm. hoch aufträgt. Noch zweckmäßiger ist es, an Stelle der Sackleinwand ein Drahtgitter aufzulegen, dessen Maschen etwa 5 Cm. im Geviert haben. Es wird hierdurch der Platte eine so große Festigkeit ertheilt, daß man selbst sehr großen Platten nur eine Gesammtdicke von 3 Cm. zu geben braucht.

## Die Gips-Cemente.

Gips, welcher unter Zusatz von Kalkstein, (auf 4 Theile Gips etwa 1 Theil Kalkstein), scharf gebrannt wurde, liefert nach dem Mahlen mit Wasser angerührt eine Masse, welche nur ganz langsam abbindet, aber im Laufe der Zeit eine ziemlich große Härte erlangt. Die Härte wird noch bedeutend größer, wenn man in die mit Wasser angerührte Masse scharfkantige Kieselbrocken oder kieselsäurereiche Mineralien einmengt. Es scheint hierbei

zwischen den in der Masse enthaltenen Kalk und der Kieselsäure zur Bildung eines Silicates zu kommen, wodurch die allmählich größer werdende Härte der Masse zu erklären wäre. Mörtel von sehr alten Bauwerken, z. B. von den ägyptischen Pyramiden haben sich bei der Untersuchung als echte Gipsmörtel erwiesen, welche im Laufe der vier Jahrtausende seit ihrer Anfertigung wahrhaft Steinhärte erlangt haben und der Witterung Widerstand leisteten.

Diese alten Mörtel enthalten zwischen 80 und 90 Procent Gips, 4—10 Procent kohlensauren Kalk, der wohl ursprünglich als Aetzkalk vorhanden war und 3—5 Procent an Kieselsäure. Wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, erhält man auch bei Hinweglassung des Aetzkalkes, wenn man neben Sand noch an Kieselsäure reiche Schlacken anwendet, sehr gut bindende Massen. Zu den zahlreichen in dieser Beziehung in Verwendung gebrachten Mörteln und Gußmassen gehören die nachstehend verzeichneten Mischungen:

Annalith oder Weißcement;
Der Lithomarlith;
Viotti's wetterfeste Gipsmassen;
Schöttler's Gußcement;
Scott's Cement oder englischer Gußcement;
Scott's Selenitmörtel;
Warner's Selenit-Phosphatcement;
Schenk's Tripolithcement.

Jede der hier genannten Mischungen eignet sich sowohl unmittelbar als kräftiger, sehr fest bindender Mörtel, wie auch als Masse zum Gießen verschiedener Gegenstände in Formen und kann man durch geeignete Behandlung der gegossenen Gegenstände mit schützend wirkenden Ueberzügen denselben auch genügende Widerstandsfähigkeit gegen die Witterungseinflüsse ertheilen.

## Der Annalith.

Diese Gipsmasse wird in der Regel nach folgender Vorschrift hergestellt: 1 Theil Gips, welcher in Stücken

bei sehr hoher Temperatur gebrannt und dann gemahlen wurde, wird in einer Mischmaschine mit 3/4 Theilen scharfem Kiessand und mit 3/4 Theilen Hochofenschlacke, die man in einem Brechwerke zu scharfkantigem Gries verkleinerte, innig gemengt und mit soviel Wasser versetzt, daß ein gießbarer Brei entsteht. Letzterer wird in Formen von beliebiger Gestalt gegossen und erstarrt in diesen zu einer bald sehr hart werdenden weißen Masse. Durch Beimischen gefärbter Pulver kann man die Annalithmasse beliebig färben und dann aus ihr Gußstücke herstellen, welche mit Marmor, Granit u. s. w. große Aehnlichkeit im Aussehen besitzen.

## Der Lithomarlith.

Ihrem Wesen nach ist die mit diesem Namen bezeichnete Kunststeinmasse nichts anderes als eine durch Borax und Leim gehärtete Gips- oder Stuccomasse, die man beliebig gefärbt hat. Man kann sie in einfacher Weise darstellen, indem man eine Leimlösung bereitet, welche 2—3 Procent Leim enthält, in dieser Lösung per Liter beiläufig 80 Gr. Borax löst und diese Flüssigkeit anstatt Wasser zum Anrühren des mit den Farbstoffen versetzten Gipses benützt.

Die Lithomarlithmasse erstarrt langsam, erlangt aber nach dem vollständigen Trocknen große Festigkeit und läßt sich gut poliren.

## Viotti's wetterfeste Gipsmassen.

Nach dem patentirten Verfahren von Viotti wird zum Zwecke der Herstellung von Gipsmassen, welche langsam erhärten, dann aber polirbar und wetterbeständig sind, ein Gemenge von Borax und Magnesia zusammengeschmolzen und die erkaltete Schmelze mit trockenem Gips gemischt. Diese Mischung kann mit Füllkörpern, wie Sand oder Marmorpulver gemengt und in beliebiger Weise gefärbt werden. Beim Anrühren der Masse mit Wasser entsteht ein Brei, welcher allmählich wie Cement abbindet.

Nach verschiedenen Versuchen haben sich folgende Mischungsverhälnisse als die zweckmäßigsten erwiesen: 1500 Gr. Borax werden mit 150 Gr. Magnesia zusammengeschmolzen, die Schmelze fein gepulvert und mit 75 Kgr. Gips vermengt, wodurch eine Masse erhalten wird, welche in Bezug auf ihr Verhalten beim Abbinden dem Cement gleichkommt. Ein Zusatz von Sand wird dort, wo man glattes polirbares Materiale, also eine Art künstlichen Marmors erzeugen will, nicht empfohlen; er eignet sich aber besonders für jene Massen, welche der Witterung ausgesetzt werden. Zum Gießen von Bauverzierungen, Platten zum Belegen der Außenseite von Gebäuden wird daher ein Sandzusatz angezeigt erscheinen.

## Der Schöttler'sche Gußcement.

Die von Schöttler in Anwendung gebrachten Mischungen sind hauptsächlich als wirkliche Mörtel, welche den Portland-Cement bis zu einem gewissen Grade ersetzen können, zusammengesetzt. Man stellt sie nach folgender Vorschrift dar: 6 Theile scharf gebrannter Gipsblöcke, 3 Theile alter Ziegel und 4 Theile Hochofenschlacken werden zusammen zu grobem Mehl vermahlen und dieses mit Wasser zu einem Brei angerührt, welchem man noch kurz vor der Anwendung 2 Theile Eisenfeile einrührt. Die Ziegel oder Steine, welche mittelst dieses Mörtels vermauert werden sollen, werden vor Auftragen des Mörtels stark angefeuchtet. Durch den Zusatz von Eisenfeile soll wahrscheinlich in dem Mörtel im Laufe der Zeit die Entstehung von Eisenoxyd veranlaßt werden. Für die Anwendung im großen Maßstabe dürfte sich aber die Schöttler'sche Mischung nicht eignen, da sie in Folge des Zusatzes von Eisenfeile zu kostspielig wird und es überhaupt nicht leicht sein wird, Eisenfeile in sehr großen Mengen zu beschaffen. Man erhält übrigens bei Hinweglassung der Eisenfeile aus den anderen Bestandtheilen einen mit der Zeit sehr fest werdenden und gut bindenden Mörtel, welcher beim Bauen gute Dienste leistet.

## Scott's Cementmassen.

Eine von Scott angegebene Mischung zur Anfertigung von künstlichen Mauersteinen bereitet man in der Weise, daß man gebrannten Kalk zu Pulver löscht, 100 Theile desselben mit 5 Theilen gebranntem Gips und 200 bis 300 Theilen scharfkantigem Sand mischt, mit wenig Wasser zu einem Brei anrührt und diesen in Ziegelformen preßt. In diesen muß er mindestens 24 Stunden verbleiben und erhärtet während dieser Zeit zu einem festen Körper, welcher sich aber mit dem Fingernagel noch ritzen läßt. Erst nachdem die Steine durch längere Zeit unter Wasser lagen, nehmen sie fast dieselbe Härte an, welche Portland-Cement erreicht.

Der eigentliche Scott'sche Cementmörtel läßt sich in der Weise herstellen, daß man 100 Theile Gipsblöcke mit 75 Theilen Kalkstein gemischt, der heftigen Weißgluth aussetzt, die Masse soweit mahlt, das neben wirklichem Mehle noch deutlich fühlbare sandartige Körner vorhanden sind und diese mit so wenig Wasser wie möglich zu einem Brei anmacht, der langsam erhärtet und ganz besonders als Verputzmörtel verwendbar ist. Für diese Verwendung kann man den Scott'schen Cementmörtel durch Beimengung von Quarzsand noch billiger und ebenso fest bindend herstellen.

In jenen Sodafabriken, in welchen noch nach dem alten Leblanc'schen Verfahren gearbeitet wird, ergeben sich gewaltige Mengen eines Abfallproductes, für welches nur schwer eine Verwendung zu finden war. Dieses Abfallproduct, von welchem in der Nähe der Sodafabriken mächtige Hügel aufgehäuft sind, besteht aus Calciumoxysulfid (Kalk + Schwefelcalcium). Durch Mengen von Calciumoxysulfid mit Kalkstein und Brennen der Masse bei Weißgluth unter Luftzutritt läßt sich ein Product herstellen, welches fast ganz dieselben Eigenschaften besitzt, wie der Scott'sche Cementmörtel und durch Beimengung von Sand einen sehr brauchbaren Mauermörtel abgiebt.

## Scott's Selenitmörtel.

Eine Mörtelmasse, welche sich durch geringe Herstellungskosten auszeichnet, ist jene, welche als »Selenit« bezeichnet wird. Man kann sie auf verschiedene Weise herstellen; am einfachsten dadurch, daß man gebrannten Kalk in der Löschpfanne mit soviel Wasser behandelt, um den Kalk zu Pulver zerfallen zu machen, dann mit 5 Procent Gips überstreut und unter Zusatz von soviel Wasser, daß sich ein dicker Brei ergiebt, rasch durch einige Minuten durcharbeitet und dann den Sand zufügt, wobei zu bemerken ist, daß man in die Masse viel mehr Sand einarbeiten kann, als in gewöhnlichen Kalkmörtel und dennoch einen sehr fest und hart werdenden Mörtel erzielt.

Nach einem etwas abgeänderten Verfahren verwendet man nur gebrannten Kalk und fügt dem zum Löschen verwendeten Wasser einige Procente roher Schwefelsäure oder eine Lösung von Eisenvitriol zu. In beiden Fällen bildet sich aus einer entsprechenden Menge des Kalkes Gips: bei Anwendung von Schwefelsäure unmittelbar, bei Anwendung von Eisenvitriol, d. i. schwefelsaures Eisenoxydul nach folgendem Vorgange: Durch den Kalk wird Eisenoxydulhydrat ausgeschieden, indeß sich die Schwefelsäure mit Kalk zu schwefelsaurem Kalk oder Gips verbindet. Da das Eisenoxydulhydrat an der Luft sehr rasch in braunes Eisenhydroxyd übergeht, so nimmt der Mörtel nach kurzer Zeit eine je nach der Menge des angewendeten Eisenvitrioles mehr oder weniger ockergelbe Färbung an.

## Warner's Selenit-Phosphatcement.

Der Warner'sche Cement wird aus Gips und eisenreichen Schlacken hergestellt und sollen der Mischung noch Calciumphosphate — das Mineral Phosphorit — beziehungsweise Knochenasche zugesetzt werden. Abgesehen davon, daß vom chemischen Standpunkte nicht zu erklären ist, in welcher Weise das Calciumphosphat auf die Zu-

sammensetzung der Cementmasse wirken sollte, würde die Anwendung dieses Körpers die Kosten für die Herstellung des Cementes sehr beträchtlich erhöhen. Wie es scheint, hat in der Vorschrift die Anführung des Calciumphosphates als wesentlicher Bestandtheil der Masse nur den Zweck, dieselbe als etwas Neues hinzustellen.

## Schenk's Tripolithcement.

Man kann den Tripolith darstellen, wenn man gebrannten Gips mit stark gebranntem dolomitischen Kalkstein (Gemenge von Kalk und Magnesia) zusammen mahlt, mit scharfkantigem Sande mischt und mit Wasser anrührt. Ihrer Zusammensetzung nach hat diese Masse eine gewisse Aehnlichkeit mit den eigentlichen Cementen, unterscheidet sich aber doch wesentlich von diesen dadurch, daß der Hauptbestandtheil Gips ist, der bekanntlich in Cementen nicht vorkommt. Fein gemahlener Tripolith giebt mit Wasser angerührt, eine breiige Masse, welche sich gut gießen läßt und die Umrisse von Formen sehr scharf wiedergiebt.

## Die Gipsmassen für Kunstzwecke.

Zur Herstellung von Kunstgegenständen, Figuren, Büsten, Vasen u. s. w., wie sie von den Gipsgießern hergestellt werden, verwendet man immer nur feinen rein weißen Gips, welcher soweit gebrannt ist, daß er nach dem Anrühren mit Wasser ziemlich schnell abbindet. Um Güsse zu erhalten, welche frei von Luftblasen sind, beobachtet man beim Anrühren der Masse folgenden Kunstgriff: In eine große Schüssel wird mehr Wasser gebracht, als zum Abbinden des Gipses erforderlich ist und dasselbe in drehende Bewegung versetzt, während ein Gehilfe das Gipspulver in einem dünnen Strahle einschüttet. Nachdem aller Gips eingetragen ist, läßt man die Masse solange ruhen, bis sich der Gips zum größten Theile als Brei am Boden der Schüssel abgeschieden hat und die überstehende Flüssigkeit

nur mehr milchig ist. Diese Flüssigkeit wird zum größten Theile abgegossen, der Rest mit dem Gipsbrei verrührt, so daß derselbe wie dicker Rahm fließt und der Guß vollzogen. Wenn man die abgegossene Gipsmilch sogleich wieder zur Anfertigung einer neuen Gießmasse verwendet, so geht kein Gips verloren.

Größere Gegenstände werden immer hohl gegossen, was durch Ausschwenken der Form mit Gipsbrei geschieht; die Form muß dabei solange in Bewegung erhalten werden, bis der Gips soweit erhärtet ist, um nicht mehr zu fließen. Beim Gießen von etwas größeren Gegenständen ist eine ziemlich bedeutende Geschicklichkeit der Arbeiters erforderlich, um den Gipsbrei in gleichmäßiger Dicke auf der Innenwand der Form auszubreiten.

Um an dem theueren weißen Gips zu sparen, gießt man mit diesem häufig die Form nur soweit aus, daß eine 5—6 Mm. dicke Schichte entsteht und hintergießt diese dann bis zur erforderlichen Wandstärke mit ordinärem Gips. Dieses Hintergießen muß aber unmittelbar, nachdem die ersteingegossene Schichte erstarrt ist, geschehen, indem sonst keine innige Vereinigung der beiden Schichten erfolgt und dann beim Austrocknen die obere Schichte abblättern kann.

Die aus der Form genommenen Güsse sind in Folge der Anwendung eines bedeutenden Ueberschusses an Wasser feucht anzufühlen und müssen an einen völlig staubfreien Ort zum Trocknen hingestellt werden. Da namentlich bei größeren Gegenständen das Austrocknen bei gewöhnlicher Temperatur eine ziemlich lange Zeit beansprucht, nimmt man dasselbe zweckmäßig in stark geheizten Trockenstuben vor. Während des Austrocknens verlieren die Gegenstände das durchscheinende Aussehen, welches sie in nassem Zustande zeigen und nehmen das stumpfe, harte und kreideartige Aussehen an, welches dem trockenen Gipse anhaftet. Man soll daher Gegenstände, welche wirklich den Eindruck eines Kunstwerkes machen sollen, nie in diesem Zustande belassen, sondern ihnen durch eines der unten angeführten Verfahren soviel als möglich das durchscheinende Aussehen geben,

welches den wohlthuenden Eindruck marmorner Kunstwerke bedingt.

Blos aus reinem Gips dargestellte Gegenstände zeigen zwar für das freie Auge eine glatte Oberfläche, bei der Betrachtung mit einer starken Lupe erkennt man aber, daß die Oberfläche in Wirklichkeit sehr porös ist und erklärt sich hieraus die Erscheinung, daß solche Gegenstände in kurzer Zeit durch den Staub, welcher sich in den Poren festsetzt, ein unschönes Aussehen annehmen. Reine Gipsgüße haben nur eine sehr geringe Härte — man kann sie leicht mit dem Fingernagel ritzen — und dürfen daher nur sehr vorsichtig mit weichen Wolltüchern gereinigt werden.

## Gehärtete Gipsmassen.

Der Gips läßt sich durch verschiedene Behandlung bedeutend härter machen und werden daher Kunstgegenstände meistens aus gehärtetem Gips angefertigt. Unter gehärtetem Gips verstehen wir hier einen solchen, welcher durch die ganze Masse hart ist, während man als »gehärtet« auch solche Massen bezeichnet, welche nur von der Oberfläche aus bis zu geringer Tiefe härter gemacht werden. Die Vorschläge, welche zur Anfertigung von gehärtetem Gips bekannt wurden, sind sehr zahlreich, aber nur wenige derselben sind in Wirklichkeit von gutem Erfolge begleitet. Als solche Mittel, eine wirkliche Härtung des Gipses hervorzubringen, sind zu nennen der Aetzkalk, der Alaun, das Kaliumsulfat und Zinksulfat, der Borax und das weinsaure Natronkali.

Um Gips durch Kalk zu härten, verwendet man besten fetten Weißkalk, löscht denselben vorsichtig, so daß er zu zartem Pulver zerfällt und mischt ihn, bis zu höchstens 10 Procent vom Gewichte des Gipses mit diesem. Das Mengen der Pulver muß auf das Innigste geschehen, und zwar am besten in einem Rollfasse, indem an solchen Stellen, an denen mehr Kalk vorhanden wäre, als an anderen ein starkes Treiben der gegossenen Masse beobachtet würde. Der Kalk-Gips muß sehr sorgfältig gegen Luftzutritt geschützt

werden, damit der Kalk nicht Kohlensäure aus der Luft anzieht. Die aus Kalk-Gips gegossenen Gegenstände zeigen nach dem Austrocknen eine kaum merklich größere Härte, als die aus gewöhnlichen Gipsguß hergestellten, nehmen aber nach mehreren Monaten in Folge der Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft eine viel größere Härte an. Durch Einstellen eines Korbes mit glühendem Kokes in die mit den ausgetrockneten Gegenständen gefüllte Trockenkammer wird die Aufnahme von Kohlensäure und in Folge dessen das Erhärten sehr beschleunigt.

## Der Alaun-Gips.

Die zweckmäßigste Art der Darstellung von Alaun-Gips besteht in folgender Behandlung: Feiner weißer Gipsstein wird fein gemahlen und mit einem Zwölftel seines Gewichtes an feinst gepulverten Kalialaun in einem Rollfasse innig gemengt. Das Gemisch wird dann in flachen Pfannen gelinde gebrannt, wodurch man gewöhnlich eine etwas zusammengebackene Masse erhält, welche sich aber leicht wieder in Pulver verwandeln läßt. Beim Anrühren des Alaungipses mit Wasser erhält man einen Brei, welcher viel länger flüssig bleibt, als gewöhnlicher Gipsbrei und zum Erhärten zwischen 40 und 60 Minuten braucht. Die schwachgebrannte Masse erstarrt früher, als die stärker gebrannte.

Nach einem anderen, ebenfalls ein günstiges Ergebniß liefernden Verfahren wählt man Gipsstücke aus, deren Größe zwischen der eines großen Apfels und einer Faust liegt, brennt sie und wirft sie noch heiß in eine Lösung, welche aus 100 Theilen Wasser und 12 Theilen Alaun bereitet wurde. Man schützt die Lösung gegen Abkühlung und läßt die Gipsstücke 3—4 Stunden in derselben liegen, worauf man sie austrocknet. Die völlig getrockneten Stücke werden nochmals gebrannt, gemahlen und liefern dann eine Masse, welche nach dem Anrühren mit Wasser langsam erhärtet und fest wird.

Man kann eine Alaun-Gipsmasse von recht guten Eigenschaften auch aus gewöhnlichem gebrannten Gips her-

stellen, indem man in dem für 100 Theile des Gipses erforderlichen Wasser 16 Theile Alaun und 16 Theile Salmiak löst. Es ergiebt sich nach dem Anrühren eine Masse, welche nicht rascher erstarrt als der gebrannte Alaun-Gips und in der Härte diesem wenig nachsteht.

### Der Kaliumsulfat-Gips.

Das Kaliumsulfat oder schwefelsaure Kali erscheint im Handel in Form von Krystallen, welche sich durch eine außergewöhnliche Härte auszeichnen und im Gegensatze zu anderen Kaliumsalzen ziemlich schwierig im Wasser löslich sind. Für unsere Zwecke muß das Salz in feinstes Mehl verwandelt werden und dieses mit dem Gipsmehle in einem Rollfasse auf das Innigste gemengt werden. Der zu verwendende Gips soll keinen kohlensauren Kalk enthalten. Um ihn auf seinen Gehalt an diesem Körper zu prüfen, braucht man nur eine Probe des Gipses in einer größeren Menge stark verdünnter Schwefelsäure zu verrühren; ein Aufbrausen und Gasentwickelung zeigen dann die Gegenwart von Kohlensäure an.

Um den Gips von dem kohlensauren Kali zu befreien, wendet man beim Anrühren des Gipsbreies nicht reines Wasser an, sondern solches, welchem soviel Schwefelsäure zugesetzt wurde, als nothwendig ist, um den kohlensauren Kalk in schwefelsauren Kalk-(Gips) umzuwandeln. Das Gemenge aus Gipsmehl und Kaliumsulfatpulver wird mit dieser Flüssigkeit angerührt und in die Formen gegossen. Das sich bildende Doppelsalz Calciumsulfat-Kaliumsulfat $(Ca\,K_2)\,(SO_4)_2$ — man vergleiche den Abschnitt über das Brennen des Gipses, bildet ziemlich große farblose Krystalle und erscheinen dem zu Folge die aus dieser Masse hergestellten Güsse stark durchscheinend, zeigen Seidenglanz und unterscheiden sich von gewöhnlichen Gipsgüssen sehr vortheilhaft dadurch, daß sie nicht das kreidenartige Aussehen der letzteren besitzen.

Am stärksten tritt das durchscheinende Aussehen hervor, wenn man gleiche Theile Gips und Kaliumsulfat ver-

wendet, doch reicht man auch mit 50—60 Procent dieses Salzes vom Gewichte des Gipses aus, um schön durchscheinende Massen zu erzielen. Das Zinksulfat (Zinkvitriol) bildet ebenfalls mit dem Calciumsulfat ein Doppelsalz von krystallinischer Beschaffenheit. Da sich der Zinkvitriol in Wasser leicht löst, kann man die Gips-Zinkvitriolmasse einfach in der Weise herstellen, daß man in dem zum Anrühren des Gipses verwendeten Wasser die anzuwendende Menge von Zinkvitriol löst und den Gips einrührt.

## Die Borax-Gipsmassen.

Das Natriumborat — der Borax des Handels — besitzt ebenfalls die Eigenschaft, den Gipsmassen eine größere Härte zu ertheilen. Zur Darstellung von Borax-Gips löst man zunächst soviel Borax in kochendem Wasser, als sich zu lösen vermag, überläßt die Lösung durch 48 Stunden der Ruhe und gießt die kalkgesättigte Boraxlösung von dem auskrystallisirten Borax ab.

In diese Lösung werden dann gebrannte Gipsstücke gelegt, verbleiben einen Tag lang in derselben und werden nach dem Trocknen abermals gebrannt. Man muß aber das Brennen bis zur schwachen Rothgluth steigern, damit aus dem Borax alles Krystallwasser ausgetrieben werde. Die wieder gemahlenen Steine werden mit Wasser, in welchem man auf 100 Theile Wasser 10 Theile Seignettesalz (weinsaures Natron-Kali) gelöst hat, angerührt und der Guß ausgeführt. Die Borax-Gipsmassen erstarren unter allen hierher gehörigen Mischungen am langsamsten, nehmen aber nach einiger Zeit eine ganz außergewöhnliche Härte an, so daß man sie wie dichten Kalkstein schleifen und poliren kann.

Bezüglich der Ausführung der Gipsgüsse und die hierbei in Verwendung kommenden Formen verweisen wir auf das an früherem Orte über die Herstellung der Formen Gesagte und erwähnen hier nur noch eines eigenartigen Verhaltens des Gipses, welcher es möglich macht, einen

Gipsabguß beliebig zu verkleinern. Wenn man nämlich Gips anstatt mit Wasser mit einer Mischung aus 2 Theilen Wasser und 1 Theil 90procentigen Spiritus anrührt und in eine Form gießt, so erfüllt die Masse die Form auf das Genaueste. Beim Austrocknen des Gußstückes tritt aber ein ganz gleichförmiges Schwinden desselben ein und verringert dieselbe ihr Volumen um etwa 4—5 Procent. Nimmt man von diesem Abguße eine neue Form und stellt in der gleichen Weise wieder einen Abguß dar, so fällt derselbe wieder entsprechend kleiner aus und man ist im Stande, durch Wiederholung dieses Verfahrens nach großen Vorlagen der Form noch ganz getreue, aber immer kleiner werdende Nachbildungen herzustellen.

## Der Kunstmarmor.

Unter der Bezeichnung, Stucco- oder Stuckmarmor, sowie unter gewissen, willkürlich gewählten Benennungen, wie Parian (nach dem Marmor von der Insel Paros) Cararamasse u. s. w. versteht man im Allgemeinen Gußmassen aus Gips, welche genügende Härte besitzen, um sich schleifen und poliren zu lassen.

Ihrer Wesenheit nach bestehen die Kunstmarmor-Massen aus nichts anderem, als aus einer der vorbeschriebenen gehärteten Gipsmassen, welche beliebig gefärbt werden kann. Eine von vielen Stuccoarbeitern bevorzugte Mischung zur Herstellung von Marmormasse hat nachstehend angegebene Zusammensetzung:

80 Gipsmehl
20 Marmormehl
20 Kaliumsulfat

angerührt mit 5procentiger Leimlösung. Was die Färbung betrifft, über deren Ausführung in chemischer Beziehung wir noch zu sprechen haben, ist dieselbe eine rein künstlerische Arbeit; es hängt ganz von der Geschicklichkeit des Arbeiters ab, welcher die Färbung vorzunehmen hat, die

Zeichnungen, Streifen, Flammen, wie wir selbe an geschliffenen Stücken schöner Marmorsorten wahrnehmen, soweit als möglich naturgetreu nachzuahmen. Wenn der Arbeiter diese Geschicklichkeit besitzt, so läßt sich Kunstmarmor herstellen, welcher im Aussehen und Glanz dem echten Steine täuschend ähnlich ist.

Früher wurden bei der Ausschmückung von Räumlichkeiten die mit Stuccomarmor — von den italienischen Arbeitern auch als stucco lustro bezeichnet, die zu bekleidenden Wände rauh verputzt und auf den Verputz mit der Maurerkelle Gipsmörtel aufgetragen, welcher rauh belassen wurde und auf welchen dann ein zweiter Bewurf mit feinstem Gipsmörtel gegeben wurde, den man soviel als möglich ebnete und nach Hervorbringung der Zeichnung bis zum Hochglanz abschliff.

Dieses mühevolle Verfahren kann durch ein weit zweckmäßigeres ersetzt werden, nach welchem man sogleich vollkommen ebene Platten von Kunstmarmor erhält, welche keines weiteren Schleifens bedürfen, und nachdem sie an die Wände versetzt wurden, nur noch auf Hochglanz polirt zu werden brauchen.

Man gießt die Platten aus Kunstmarmor-Masse gegenwärtig auf wohlpolirten Spiegeltafeln in höchstens 2 Meter langen und 1 Meter breiten Platten von etwa 20 Mm. Dicke. Die Spiegeltafel liegt in vollkommen wagrechter Stellung auf einem Gestell, welches so hoch ist, daß man leicht die Tafel von unten betrachten kann; die Größe der zu gießenden Marmortafeln wird durch 20 Mm. hohe Rahmen bestimmt, welche Feder und Nut haben und demnach zerleglich sein müssen, um die fertige Platte abheben zu können.

Das Gießen der Marmormasse erfolgt von einer Ecke des Rahmens aus, so daß sich von dieser der Brei gleichmäßig über die ganze Tafel ausbreitet; man verhütet auf die Weise am sichersten das Entstehen von blasigen Güssen. Wenn die Masse nahezu erstarrt ist, drückt man auf der Rückseite eine Anzahl Haken aus starkem wohlverzinnten

Eisendraht von der Form ⊓ in dieselbe ein. Diese Haken dienen dann zur sicheren Befestigung der Platten an der Mauer und ist es von Wichtigkeit, daß selbe wohl verzinnt seien. Eiserne Haken würden in der Gipsmasse bald rosten und entstünde dann im Laufe der Zeit ein auch an der Vorderseite der Platte deutlich sichtbar werdender Rostfleck.

Nachdem die Platte erhärtet ist, schiebt man sie von der Glastafel ab und stellt sie auf eine Kante zum Trocknen hin. Damit nicht zu große Kraft nothwendig ist, um die durch Flächenanziehung ziemlich stark an dem Glase haftende Gipsplatte von derselben zu trennen, reibt man vor jedem Gusse die Glastafel leicht mit Oel ein und wischt dasselbe dann wieder mit einem Wolltuche weg; die so auf dem Glase haftende sehr dünne Oelschichte genügt vollständig, um das Festhaften der beiden Platten zu verhindern.

## Das Färben des Kunstmarmors.

Die aus den reinen Gipsmassen gegossenen Gegenstände haben das blendend weiße Aussehen des reinsten Cararamarmors. Viele weiße Marmorarten zeigen aber in geschliffenem Zustande einen gelblichen oder bläulichen warmen Farbenton; besonders ist dies bei solchen Marmorsorten der Fall, welche dunklere Aderung zeigen. Es ist nicht schwierig, diese Farbentöne im Kunstmarmor nachzuahmen; man braucht nur solche Mischungen anzuwenden, in welchen neben Gips, Alaun u. s. w. eine kleine Menge von Aetzkalk — höchsten 1 Procent vom Gewichte der ganzen Masse — enthalten ist.

Wenn man einen gelblichen Farbenton erzielen will, wie ihn z. B. der ursprünglich weiß gewesene Marmor altgriechischer Kunstwerke zeigt, so erreicht man dies dadurch, daß man in dem Wasser, welches zum Anrühren der Gipsmassen dient, Eisenvitriol auflöst; es entsteht dann in der Masse eine Ausscheidung von blaßgrünem Eisenoxydulhydrat, welches an der Luft bald in das rostfarbene Eisenhydroxyd übergeht und dem Marmor denselben warmen

gelben Ton ertheilt, welchen wir an alten Marmorgegenständen wahrnehmen. Ursprünglich war dieser Marmor auch rein weiß und enthielt sehr kleine Mengen von kohlensaurem Eisenoxydul, welches sich bei der langen Berührung des Marmors mit Luft zu Eisenoxyd oxydirte. Wenn man dem Kunstmarmor einen bläulichen Ton zu ertheilen wünscht, so geschieht dies durch Auflösen von Kupfersulfat (Kupfervitriol) in dem Wasser; in Berührung mit dem Kalke wird dann Kupferhydroxyd, welches von blaßblauer Färbung ist, in der Masse ausgeschieden. Die Mengen von Eisenvitriol, beziehungsweise Kupfervitriol, welche man anzuwenden hat, sind stets geringe und hat man sich vor einem Zuviel sehr zu hüten, da sonst die Platten ein unnatürliches Aussehen erhalten würden.

Man kann das Färben des Kunstmarmors bei geschickter Anwendung der Verhältnisse in allen möglichen Farben ausführen und kommen hierbei mit Rücksicht auf das Aussehen des echten Marmors Gelb mit allen Uebergängen in Roth und Braun, Graublau und Schwarz am häufigsten in Verwendung.

Will man z. B. auf dem Marmor, welcher wie vorstehend angegeben, gelblich oder bläulich getont wurde, dunklere gelbe oder bläuliche Adern hervorbringen, so braucht man diese nur mit Eisenvitriol, beziehungsweise Kupfervitriollösung an der Vorderseite einzuzeichnen. Von Wichtigkeit ist es in diesem Falle, nur stark verdünnte Lösungen der betreffenden Salze zu verwenden und die Lösungen mehr aufzutupfen, als aufzumalen, wozu man sich am besten eines Badeschwammes bedient.

Auf einem durch Eisenvitriol gelbgetonten Marmor kann man sehr leicht graue Adern hervorbringen, wenn man dieselben mit einer sehr verdünnten Abkochung von Galläpfel (Gerbstoff) einzeichnet. Der Gerbstoff bildet mit Eisensalzen dunkelblaue bis schwarze Verbindungen und bilden sich diese in der Marmormasse. Fügt man der Marmormasse bei Herstellung eine concentrirte Lösung von Eisenvitriol zu, so entsteht nach dem Betupfen der Platten

mit einem Schwamme, welcher in Gallapfelabkochung getaucht wurde, auf derselben eine grauscheckige Marmorirung. Ueberzieht man die Platte ganz mit Gallapfelabkochung, der etwas Blauholz-Extract zugesetzt ist, so erhält man je nach der Concentration der Flüssigkeiten und Wiederholung der Arbeit Marmor, dessen Farbe von hellgrau bis tiefschwarz gehen kann. Letztere Färbung läßt sich besonders schön erzielen, wenn man nach der Behandlung mit der Gerbstoff-Blauholzflüssigkeit die noch feuchte Platte mit einer Auflösung von doppeltchromsaurem Kali in Wasser überfährt.

Ein reines Gelb läßt sich auf dem Kunstmarmor erzielen, wenn man an den Stellen, an welchen diese Färbung entstehen soll, die trockene Platte mit einer Lösung von Bleiacetat (Bleizucker) in Wasser imprägnirt, solange sie davon einsaugt. Die wieder trocken gewordene Platte wird dann an den betreffenden Stellen mit stark verdünnter Lösung von doppeltchromsaurem Kali behandelt und entsteht dann Bleichromat (Chromgelb) von sattgelber Farbe. Durch Anwendung von Kupfervitriol und doppeltchromsaurem Kali erhält man braunroth und kann die Kupferfarbe auch mit der Bleifarbe mischen, nur darf man in diesem Falle keine Lösung von Kupfervitriol verwenden, sondern muß eine Lösung von Kupferacetat (Grünspan) benützen.

Durch Behandeln der mit Eisenvitriol getränkten Platte mit einer Lösung von gelbem Blutlaugensalz erhält man ein sehr schönes Blau, welches aber nur dann nicht aufdringlich erscheint, wenn die Lösungen sehr verdünnt genommen werden. Durch Einmischen sehr kleiner Schwefelkieskrystalle in die mit Eisenvitriol versetzte Gipsmasse und Behandeln mit einer stärkeren Lösung von rothem Blutlaugensalz lassen sich sehr schöne Nachbildungen des geschätzten Minerales Lapis lazuli geben.

Am schwierigsten ist es, im Kunstmarmor auf chemischem Wege ein Roth hervorzubringen, welches dem schönen dunklen Fleischroth, wie man es an manchen Marmorarten (rosso antico) beobachtet, sehr nahe kommt. Am

leichtesten läßt sich dasselbe noch unter Anwendung von Zinnsalz und einer Abkochung von Rothholz und Blauholz nebst Carmin erzielen. Man löst zuerst das Zinnsalz in Wasser auf und filtrirt die gewöhnlich trübe Lösung durch Löschpapier. Mit dieser Lösung wird die Platte an den betreffenden Stellen imprägnirt und trocknen gelassen. Man trägt nun zunächst eine Abkochung von Rothholz, welche mit etwas Sodalösung versetzt wurde, auf. Dieselbe giebt ein sehr reines Roth, wie man es selten an Marmor findet; durch Mischen der Abkochung von Rothholz mit jener von Blauholz und etwas Cochenilleabsud erhält man jedoch Farbentöne, welche dem eigenthümlichen Roth an echtem Marmor gleichen.

Grün, welches zwar nicht an Marmor, aber sehr schön an edlem Serpentin vorkommt, läßt sich nur durch Mischen von gelb und blau darstellen. Man stellt als Grundfarbe zuerst das Gelb mit Bleizucker und doppeltchromsaurem Kali her und auf diesem das Blau mit Eisenvitriol und rothem Blutlaugensalz.

Die bis nun angeführten Färbungen von Kunstmarmor dringen nur bis zu einer gewissen Tiefe in die Masse ein; bei vollkommener Trockenheit der Platten bis zu 2 Mm. Man kann aber auch den Kunstmarmor schon bei seiner Herstellung färben, und zwar durch die ganze Masse und geschieht dies gewöhnlich unter Anwendung intensiv gefärbter pulverförmiger Körper. Die Herstellung des in der Masse gefärbten Kunstmarmors geschieht in der Weise, daß man dieselbe Gipsmasse, welche zur Anfertigung der weißen Platten dient, verwendet, nur mit dem Unterschiede, daß man derselben im trockenen Zustande entsprechende Mengen färbiger Pulver beimengt. Das Mengen muß stets in einem Rollfasse geschehen, damit die Masse ganz gleichförmig erscheint. Am häufigsten verwendet man zum Färben des Kunstmarmors Erdfarben, wie Ocker für Gelb bis Bräunlich, gepulverten und geschlämmten Blutstein für Roth, Braunstein für Braun, Smalte für Blau, Steinkohlen- oder Holzkohlenpulver für Grau bis Schwarz. Außerdem verwendet

man noch Chromgelb, Berggrün, Rinmanns Grün (grünen Zinnober) und kann überhaupt alle künstlich dargestellten Farben benützen, welche nicht durch die Bestandtheile der Gipsmasse chemisch verändert werden. Zur Hervorbringung des krystallinischen Aussehens mancher Marmorarten benützt man Flittern von Glimmer, welche man durch Zerstampfen von Glimmer bis zu dem Grade erhält, daß sich Stückchen von 4—5 Qu.-Mm. sogenannter Glimmerbrocat ergeben. Zur Nachahmung metallisch glänzender Adern benützt man sehr kleine Krystalle von Schwefelkies (nicht Pulver von Schwefelkies, denn dieses erscheint nicht goldgelb wie die Krystalle, sondern schwarz) und kann auch grobgestampfte Metall-Legirungen verwenden, wie man sie bei der Fabrikation von Bronzepulvern erhält.

Das Auftragen der mit Wasser angerührten gefärbten Massen findet durch Ausgießen derselben auf der Glastafel statt, wobei man die Masse in Form von Streifen und Bändern, wie sie an natürlichem Marmor vorkommen, vertheilt.

Damit keine scharfen Abgrenzungen zwischen den farbigen Bändern und der weißen Masse vorhanden sind, vertheilt man die Ränder der aufgegossenen Streifen mittelst eines Pinsels und ist bei Anwendung der Glastafel, durch welche man die Zeichnung von unten betrachten kann, in der Lage, an derselben nachzubessern. Nach Vollendung der Marmorzeichnung, welche jedenfalls eher fertig sein muß, bevor die Gipsmassen ganz erstarrt sind, übergießt man dieselbe mit der weißen — oder nach Umständen gelblich, röthlich u. s. w. gefärbten — Grundmasse und läßt die Platte auf der Glastafel solange ruhig liegen, bis sie vollständig erhärtet ist.

Der sogenannte Breccienmarmor und der Wurstmarmor sind in der Weise entstanden, daß färbiger Marmor in Stücke zerbrochen und diese Bruchstücke an gewissen Stellen zusammengehäuft wurden, was wohl fast immer durch Wasser geschah. In diese Schutthaufen fand dann eine Einsickerung kalkhaltiger Wässer statt, aus denen sich Kalkstein absetzte,

der im Laufe der Zeit die Trümmer des farbigen Marmors wieder zu einer festen Felsmasse vereinigte.

Um Breccienmarmor und Wurstmarmor in der richtigen Weise nachzuahmen, verfährt man nach dem von der Natur gegebenen Vorbilde. Man gießt aus gefärbter Gipsmasse Platten, zerschlägt diese in Stücke und legt dieselben auf der Spiegeltafel so auf, daß Zeichnungen entstehen, welche denen an geschliffenen Platten von echtem Breccienmarmor ähnlich sind. Nachdem der ganze Rahmen in dieser Weise angelegt wurde, wird die weiße oder schwach farbige Grundmasse aufgegossen und erscheint die Platte von Breccienmarmor nach dem Erstarren derselben vollendet.

Es ist der Vorschlag gemacht worden, bei der Herstellung solcher Platten von Breccienmarmor in der Weise vorzugehen, daß man die farbigen Stücke bis zu 10 Cm. dick macht und selbstverständlich auch in der gleichen Stärke mit Grundmasse umgießt. Dieser 10 Cm. dicke Marmorblock kann dann leicht in fünf, je 2 Cm. dicke Platten zersägt werden. Abgesehen davon, daß das Zersägen der Blöcke eine ziemlich mühevolle Arbeit ist, da gute Gipsmassen fast die Härte des Marmors erreichen und das Brechen einer Platte auch nicht ausgeschlossen ist, erhält man nach diesem Verfahren stets rauhe Platten, welche abgehobelt und geschliffen werden müssen. Das Zersägen, Abhobeln und Schleifen der Platten verursacht aber soviele Arbeit, daß man besser fährt, jede einzelne Platte für sich allein zu gießen.

Das Befestigen der Platten von Kunstmarmor an den Wänden geschieht, indem man die Platte genau so in die Lage bringt, welche sie einnehmen soll, jedoch so, daß zwischen ihr und der Rückwand ein etwa 15 Mm. breiter Raum leer bleibt. Nachdem die Platte vorne genügend gestützt ist, hintergießt man sie mit gewöhnlichem Gipsbrei, mit welchem sie die Rückwand der Platte selbst verbindet und in welcher sie außerdem durch die in ihr befestigten Drahthaken fest verankert ist.

Da bei den auf Glastafeln hergestellten Platten am Kunstmarmor ein Schleifen nicht nothwendig erscheint, hat

man nichts weiter zu thun, als die fertiggestellte Marmortäfelung auf Hochglanz zu poliren und dann noch mit einem schützenden Ueberzuge zu versehen. Das Poliren kann trocken geschehen, indem man die Platten sehr kräftig mit weichen Wolltüchern reibt, welche mit Speckstеinpulver bestreut sind. Das Naßpoliren wird in der Weise vorgenommen, daß man vollkommen ebene Stücke von derselben Gipsmasse herstellt, aus welcher die Platten bestehen, diese in Wasser taucht und die Platten mit der ebenen Fläche der Stücke kräftig abreibt, bis Hochglanz eintritt. Die polirten Platten werden dann mit weichen Badeschwämmen abgewaschen und muß dann mit dem Auftragen des Schutzanstriches solange gewartet werden, bis die Platten so vollständig ausgetrocknet sind, daß sie im Stande sind, Flüssigkeiten einzusaugen.

## Das Härten und Enkaustiren von Gipsgüssen.

Da sich Güsse aus reinem Gips allein zu weich und zu wenig widerstandsfähig gegen Witterungseinflüsse erwiesen haben, war man seit langer Zeit bestrebt, denselben größere Widerstandsfähigkeit zu ertheilen. Am besten gelingt dies durch Anwendung der vorbeschriebenen Verfahren, bei welchen durch Zusatz von Alaun, Borax u. s. w. von vorneherein eine härtere Masse erzielt wird. Diese Massen sind aber zu kostspielig, um sie mit Vortheil zur Anfertigung der billigen Figuren, Büsten u. s. w. verwenden zu können, welche von den Gipsgießern hergestellt werden und wendet man für solche Gegenstände eine oberflächliche Härtung an. Ueber die Art der Ausführung des Härtens giebt es eine große Zahl von Vorschriften, von welchen aber nur wenige wirklichen Werth haben.

Ein einfaches und dabei billiges Verfahren besteht darin, daß man die vollständig ausgetrockneten Gipsgüsse in eine heiße Lösung von 8—10 Theilen Alaun in Wasser taucht, solange sie davon einsaugen. Aus den zum Trocknen hingestellten Gegenständen wittert Alaun in Form eines zarten Krystallmehles aus, welches durch Abbürsten mit

feinen Pinseln entfernt und wieder zum Auflösen in Wasser verwendet werden kann.

In ähnlicher Weise kann man eine oberflächliche Härtung von Gipsgüssen durch Eintauchen derselben in heiße Lösungen von Kaliumsulfat oder Zinkvitriol bewirken. Auch eine heiße Boraxlösung gemischt mit einer Lösung von Seignettesalz wirkt günstig ein. Durch eine Lösung von Eisenvitriol wird zwar auch Härtung bewirkt, aber die Gegenstände erhalten hierdurch ein gelbliches Aussehen, da sich Eisenhydroxyd oder auch basisch schwefelsaures Eisenoxyd bildet.

Wasserglas zur Härtung angewendet, liefert sehr günstige Ergebnisse, muß aber in der richtigen Weise angewendet werden. Wenn man das im Handel in Form einer concentrirten Lösung vorkommende Wasserglas so wie es ist, mit einem Pinsel auf die Gipsgüsse streicht, so bildet sich rasch eine glänzende Schichte von glasartigem Aussehen, welche aber sehr bald ihr Aussehen ändert, matt wird und in Schuppen abspringt.

Um Gipsgüsse mit Wasserglas zu härten, muß man letzteres soweit mit Wasser verdünnen, daß die Flüssigkeit nur 12—15 Grad Bé. zeigt und die Gegenstände in dieselbe einstellen, bis sie damit vollgesaugt sind. Die Gegenstände werden dann mit Wasser abgespült und zum Trocknen hingestellt. Es wittern hierbei verschiedene Salze aus, welche durch Abspülen mit Wasser beseitigt werden. Da sich nach diesem Verfahren in den Poren der Gipsmasse eine Ablagerung von amorpher Kieselsäure und auch Kalksilicat bildet, werden die mit Wasserglas behandelten Gegenstände an der Oberfläche sehr dicht und in Folge dessen auch gegen Witterungseinflüsse ziemlich unempfindlich.

Am härtesten und widerstandsfähigsten werden jedoch nach unseren Versuchen die Gipsgegenstände, wenn man sie auf folgende Art behandelt; die Gegenstände werden in derselben Weise, wie dies soeben beschrieben wurde, mit Wasserglaslösung imprägnirt, aber unmittelbar, nachdem sie aus derselben gehoben wurden, durch künstliche Wärme

schnell und vollständig ausgetrocknet. Man bringt sie dann sofort in ein Gefäß, welches mit einer Lösung von Chlorcalcium oder Chormagnesium gefüllt ist. Das kieselsaure Natron, welches in den Poren der Gipsmasse enthalten ist, setzt sich mit dem Chlorcalcium (Chlormagnesium) in kieselsauren Kalk (Magnesia) und in Chlornatrium um, welches beim nachfolgenden Trocknen auswittert und abgewaschen wird. Der kieselsaure Kalk und die kieselsaure Magnesia sind in Wasser ganz unlösliche Salze, welche auch die kleinsten Poren der Gipsmasse ausfüllen und dieselbe gegen das Eindringen des Wassers und gegen das Zersprengtwerden durch Frost vorzüglich schützen und ihnen eine so große Wetterbeständigkeit ertheilen, daß man so behandelte Gipsgegenstände ganz gut zu Verzierungen an der Außenseite von Gebäuden verwenden kann.

An Stelle des Wasserglases kann man mit gleich gutem Erfolge eine Lösung Borax in Wasser anwenden. Man stellt die Gegenstände in ein Gefäß, welches kalkgesättigte Boraxlösung enthält und behandelt sie dann mit einer Lösung von Chlorcalcium oder Chlormagnesium. Es bildet sich dann in den Poren der Masse unlösliches Calciumborat oder Magnesiumborat, welches in ähnlicher Weise schützend wirkt, wie die betreffenden kieselsauren Salze.

Eine ebenfalls sehr gute Ergebnisse liefernde Behandlung der Gipsgüsse läßt sich mit Hilfe von Barytsalzen durchführen und wählt man hierfür gewöhnlich die Lösung von Chlorbaryum, in welche die Gegenstände gestellt werden. Das Chlorbaryum setzt sich mit dem Gipse (schwefelsauren Kalk) in schwefelsauren Baryt und Chlorcalcium um. Der schwefelsaure Baryt ist als ein in Wasser fast vollkommen unlöslicher Körper anzusehen; er erfüllt die Poren der Gipsmasse und bildet sogar bis zu einer gewissen Tiefe die Hauptmasse des Gegenstandes. Die aus der Chlorbaryumlösung gehobenen Gegenstände werden nach dem Abtrocknen nach einiger Zeit wieder feucht. Das auswitternde Chlorcalcium zieht nämlich aus der Luft Feuchtigkeit an sich und zerfließt. Es werden daher die Gegenstände, nachdem sie

von selbst wieder feucht geworden sind, mittelst einer Gießkanne mit Wasser überbraust, wodurch das Chlorcalcium weggespült wird und ist dies so oft zu wiederholen, bis die Gegenstände an der Luft nicht mehr feucht werden und alles Chlorcalcium weggewaschen ist.

Zum Enkaustiren oder Tränken von Gipsgegenständen, welche nicht dem Wetter ausgesetzt werden sollen, sondern nur soweit geschützt werden müssen, daß sie nicht durch Staub mißfarbig werden und mit Wasser und Seife gewaschen werden können, wendet man verschiedene Präparate an. Am häufigsten wird in dieser Beziehung das sogenannte »Steariniren« empfohlen. Dasselbe wird in der Weise ausgeführt, daß man Stearin (die Substanz, aus welcher die Stearinkerzen bestehen), schmilzt, auf etwa 100 Grad C. erhitzt und die vorgewärmten Gipsgegenstände damit bestreicht, solange sie die Flüssigkeit einsaugen. Nachdem die Gegenstände wieder ganz erkaltet sind, werden sie mit weichen Wollentüchern abgerieben; sie zeigen dann einen angenehmen matten Glanz und können ohne Schaden zu leiden, mit Wasser und Seife gereinigt werden. Da sich Stearin in sehr starkem Alkohol und in Petroleum-Benzin in ziemlich reichlicher Menge löst, kann man auch diese Lösungen zum Tränken der Gipsgüsse verwenden; nach dem Verdampfen des Lösungsmittels sind dieselben mit Stearin imprägnirt.

Die aus dem Theer dargestellten festen Kohlenwasserstoff-Verbindungen, welche man als »Paraffin« bezeichnet, erscheinen im Handel in Form von Platten, welche von weißer Farbe sind und durch ihr stark durchscheinendes Aussehen große Aehnlichkeit mit Platten von weißem Alabaster besitzen. Das Paraffin ist gegen die Einwirkung von Chemikalien in hohem Grade unempfindlich und eignet sich daher noch besser zum Imprägniren von Gipsgüssen, als das theurere Stearin. Das Paraffin schmilzt je nach der Sorte zwischen 50 und 70 Grad C.; man schmilzt es, erhitzt es auf mindestens 100 Grad C. und taucht die vorgewärmten Gegenstände solange in die Flüssigkeit ein, als sie davon noch aufsaugen. Wenn man einen Gips-

gegenstand solange in dem geschmolzenen Paraffin beläßt, bis er von demselben durch die ganze Dicke der Masse getränkt ist, so zeigt der erkaltete Gegenstand nach dem Poliren mit Wolltüchern die größte Aehnlichkeit mit weißem Marmor, die er überhaupt erreichen kann. Während stearinirte Gegenstände nach einer Reihe von Jahren eine schwach bräunliche Färbung annehmen, bleiben solche, welche mit Paraffin getränkt werden, beständig weiß und können, so oft dies erforderlich scheint, mit Wasser und Seife oder Aetzlauge gereinigt werden, ohne dadurch zu leiden.

Für künstlichen Marmor wendet man, um ihn waschbar zu machen, eine Enkaustirungsmasse an, welche durch Zusammenschmelzen eines Gemisches aus 9 Theilen Wachs, 2—3 Theilen Stearin und 20—25 Theilen rectificirtem Terpentinöles besteht und warm mittelst wollener Reibballen eingerieben wird. Nach dem Verdunsten des Terpentinöles und trockenem Poliren mit weichen Tüchern erscheint die Masse in mattem Wachsglanz und kann dann, wenn erforderlich, mit Wasser gereinigt werden.

Sehr schöner Glanz und Waschbarkeit von Gipsgüssen und Kunstmarmor wird durch Imprägniren mit Caseïnlack erzielt. Man streicht letzteren mittelst eines weichen Pinsels solange auf, als davon noch eingesaugt wird; nach dem Verdunsten des Ammoniaks und des Wassers erscheint der Gegenstand mit Caseïn imprägnirt und zeigt sehr schönen Glanz, welcher bleibend ist, wenn die Gegenstände nur mit Wasser gereinigt werden; Seifenwasser und kohlensaure Alkalien (Soda) lösen das Caseïn und wäre dann nach der Reinigung ein neuerlicher Anstrich mit Caseïnlack erforderlich. Am billigsten und nach unseren Erfahrungen in ausgezeichneter Weise schützend wirkend hat sich ein Tränken des Gipsgegenstandes mit Chromleim erwiesen. Man führt dasselbe in der Weise aus, daß man den Gegenstand anwärmt und mit geschmolzenem Chromleim, der in entsprechender Weise mit Wasser verdünnt wurde, solange bestreicht, als davon aufgesaugt wird. Die genügend imprägnirten Gegenstände werden dann dem Tageslicht ausgesetzt, am besten

unmittelbar den Sonnenstrahlen, wo sich dann binnen kurzer Zeit der Uebergang des löslichen Chromleimes in die unlösliche Form vollzieht. Wir haben Gipsgegenstände, welche gut mit Chromleim imprägnirt und mehrere Wochen der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt waren, wiederholt mit Seifenlösung gewaschen und während eines Winters den Einflüssen der Witterung ausgesetzt, ohne daß sich eine Veränderung in ihrem Aussehen nachweisen ließ.

## Die Gips-Leimmassen.

Wenn man Gips anstatt mit Wasser mit einer Leimlösung von entsprechender Beschaffenheit anrührt, so erhält man nach dem Erstarren des Gipses eine Masse, welche von gelblicher Färbung, ziemlich hart und glänzend und von einem Ansehen ist, welches an Elfenbein erinnert. Wenn man solche Massen in eine Lösung von schwefelsaurer Thonerde in Wasser legt, oder sie mit einer Abkochung von Galläpfeln behandelt, so geht der an der Oberfläche zunächst liegende Leim in eine unlösliche Verbindung: Leim-Thonerde oder Leim-Gerbsäure über und ist die Masse widerstandsfähig gegen die Einwirkung von Seife und Wasser. Durch Eintauchen derselben in eine heiße Lösung von Chromleim und Belichtung läßt sich der gleiche Zweck erreichen. Die Gips-Leimmassen werden wegen ihres elfenbeinartigen Aussehens zur Anfertigung kleiner Kunstgegenstände, Büsten, Statuetten, Buchdeckel u. s. w. vielfach verwendet; da die Nachahmungen des Elfenbeines von Celluloid jedoch von ungleich schönerem Aussehen sind als die Gips-Leimmassen, kommen letztere nur mehr für geringere Waaren zur Anwendung.

Aber zweckmäßig lassen sich die Gips-Leimmassen zur Anfertigung von Thürgriffen, Schildern für Schloßbeschläge Knöpfen für Schiebladen u. s. w. verwenden. Um die Gegenstände sogleich für den Gebrauch fertig zu haben, wendet man zum Gießen derselben glatte, mit Oel ausgeriebene Formen an, aus welchen der Guß dann mit vollständig glatter glänzender Oberfläche hervorgeht. Da man den

Leim durch Theerfarbstoffe beliebig in allen Farben färben kann, so ist es leicht, die Leim-Gipsmassen färbig zu erhalten.

## Das Stucco.

Seiner Wesenheit nach ist das Stucco oder Stuck ganz übereinstimmend mit der Masse, welche man zur Anfertigung des Kunstmarmors anwendet und unterscheidet sich hauptsächlich von diesen nur durch die Form und die Art wie die aus Stuck angefertigten Gegenstände an ihrem Bestimmungsorte befestigt werden. Die Verzierung von Gebäudeflächen mittelst Stucco ist eine schon seit langer Zeit geübte Kunstfertigkeit; wir finden schon altrömische Bauten mit Stuck verziert. Die Technik der Stuckverzierungen wurde mit dem Wiederaufleben der Kunst in Italien im XVIII. Jahrhundert besonders ausgebildet und gelangte von da in die übrigen Länder Europas; namentlich im Barock- und Zopfstyl wurden Stuccoarbeiten in reichlicher Menge angewendet.

In der Neuzeit kommt die Verwendung der Stuckverzierungen wieder mehr in Aufnahme und können dieselben, falls man sie nach einem der vorstehend angegebenen Verfahren gegen den Einfluß des Wetters widerstandsfähig macht, auch an der Außenseite von Gebäuden angebracht werden.

Da die Flächen, welche Stuckverzierungen erhalten sollen, gewöhnlich nicht eben sind — man schmückt bekanntlich mit Vorliebe gewölbte Zimmerdecken, Thorbogen u. s. w. mit Stucco aus — muß ein besonderes Verfahren zur Herstellung der Verzierungen eingeschlagen werden. Den Anfang der Arbeit bildet die Herstellung einer völlig glatten Fläche an den Gewölben, Bogen u. s. w., an welchen die Verzierungen angebracht werden sollen. Diese Fläche wird aus Gipsmörtel gebildet, welcher an der Oberfläche vollkommen geebnet und geglättet wird. Auf der so erhaltenen Fläche werden nach den vorliegenden Zeichnungen jene Stellen be-

zeichnet, an welchen die Theile der Verzierungen befestigt werden sollen.

Damit man die Verzierungen in jener Krümmung herstellen kann, welche die Fläche an jener Stelle besitzt, an der die Verzierung befestigt werden soll, legt man an die betreffende Stelle ein dünnes Bleiblech, welches durch Andrücken mit den Händen entsprechend gekrümmt wird und benützt diese Platte dann als Unterlage für die zum Gießen der betreffenden Theile dienende Form. Der Guß wird aus feinen Gipsmassen hergestellt, und zwar in der Weise, daß man den Guß 5—6 Mm. dick macht, und auf denselben einen Streifen von Bleiblech legt, welcher so lang ist, daß er beiderseits über die Form beiläufig 2 Cm. vorsteht. Auf dem Blechstreifen wird ein Stück eines großmaschigen Gewebes gelegt (sogenannter Organtin) und auf diesen wieder Gipsmasse gegossen. Nachdem die Gipsmasse erhärtet ist, werden die vorstehenden Theile der Organtineinlage, welche dazu dient, der Masse eine Festigkeit zu geben, sorgfältig weggeschnitten und die fertige Verzierung an jener Stelle, an der sie befestigt werden soll, mittelst des hervorragenden Streifens von Bleiblech und zweier Stiften festgenagelt.

Nachdem in der gleichen Weise alle Theile der Verzierungen auf der zu schmückenden Fläche befestigt sind, werden fehlerhafte und Verbindungsstellen nachgebessert und gewöhnlich noch die ganze Fläche mit Gipstünche überzogen. Zum Schluß folgt noch eine Tränkung der Grundflächen und der Verzierungen mit Leim, Caseïnlack oder auch im Innern der Gebäude mit gutem Copallack. Wenn die Stuccoverzierungen nicht ganz weiß bleiben sollen, so werden die betreffenden Theile, bevor sie befestigt werden, entsprechend bemalt oder vergoldet.

Der Umstand, daß die Stuccoverzierungen steif sind, macht das Anbringen derselben an gewölbte Flächen zu einer schwierigen und zeitraubenden Arbeit. Man stellt daher jetzt sehr häufig sogenannte Stuccoverzierungen aus bildsamem Papiermaché und in der Neuzeit aus Holzstoff durch

Pressen in Formen dar. Diese Gegenstände haben den Vorzug der Schmiegsamkeit und brauchen daher nur an der gebogenen Fläche festgenagelt zu werden. Wenn letztere aus Gipsmörtel hergestellt ist und die Verzierungen mit Kreide und Leimwasser angestrichen werden, so läßt sich dem Ansehen nach ein derart hergestelltes Stucco von dem ganz aus Gipsguß bestehendem nicht unterscheiden.

## Kunststeinmassen aus Kalksilicat.

Wenn man gelöschten Kalk mit Wasserglas zusammenbringt, entsteht eine ungemein rasch erhärtende Masse, welche der Hauptsache nach aus einem Kalksilicate besteht, und im Laufe der Zeit, während welcher aus ihr fortwährend Soda in haarfeinen Krystallen auswittert, ziemlich fest wird. Es ist aber kaum möglich, mit dieser Masse im Großen zu arbeiten, indem das Festwerden zu schnell erfolgt und man nicht genügend Zeit hat, sie mit den Füllstoffen: Sand, Marmormehl u. s. w. zu mischen.

Ein etwas besseres Ergebniß erhält man, wenn man an Stelle des gelöschten Kalkes kohlensauren Kalk in Form von fein gemahlener Kreide oder von Marmorpulver anwendet; die Wechselwirkung zwischen dem kohlensauren Kalk und dem kieselsauren Natron erfolgt dann etwas langsamer, so daß man genügend Zeit findet, um bei rascher Arbeit die Füllkörper mit der Silicatmasse zu verarbeiten.

Da man aber durch Anwendung der im Wasser leicht löslichen Calciumverbindung, Chlorcalcium, welche im Handel zu sehr billigen Preisen zu beschaffen ist, weit leichter im Stande ist, in der Kunststeinmasse das Calciumsilicat so herzustellen, daß es dieselbe gleichförmig durchdringt, ist die letztgenannte Art der Anfertigung von Kalksilicatsteinen jedenfalls vorzuziehen.

## Struck's Künstliche Steinmassen.

Die nach dem patentirten Verfahren von H. Struck dargestellten Kunststeine sind ihrer Wesenheit nichts anderes

als Gemenge verschiedener Mineralien, welche durch ein Kalksilicat verbunden sind. Letzteres wird aus feingepulvertem kohlensauren Kalk, Kalkstein oder Kreide und Wasserglas gebildet. Da bei Entstehung dieses Silicates zugleich immer Natriumcarbonat-Soda gebildet wird, welches als Auswitterung durch längere Zeit auf der Oberfläche der Steine erscheinen würde, so müssen die fertigen Steine eine Zeit lang mit Wasser behandelt werden, um dieses Salz zu beseitigen.

Die Struck'schen Kunststeinmassen sollen für die verschiedensten Zwecke verwendbar sein und zur Anfertigung von Kunstmarmor, Bausteinen und Rohrleitungen, sowie von Mühl- und Schleifsteinen dienen. Die folgenden Vorschriften zeigen, welche Substanzen Struck für die einzelnen Zwecke in Verwendung bringt:

| Marmormassen | A | B |
|---|---|---|
| Zerkleinerte Mineralien . . . . . | 280 | 280 |
| Kalkstein (Kreide) . . . . . . . . | 140 | 140 |
| Geglühter Galmei . . . . . . . . | 5 | 6 |
| » Feldspat . . . . . . . | 3 | 3 |
| Flußspat . . . . . . . . . . . . | 2 | 1·5 |
| Phosphorsaurer Kalk . . . . . . | 2 | — |
| Wasserglas (Kali-Wasserglas) . . | 40 | — |
| » (Natron- » ) . . | — | 40 |

Die in Pulver verwandelten Körper sollen rasch mit dem Wasserglas gemischt werden, denn das Erstarren des Kalksilicates erfolgt sehr schnell, die Masse wird dann geformt, sehr starkem Druck ausgesetzt, getrocknet und auf 50 Grad C. erwärmt. Für Marmormassen wird man als »zerkleinerte Mineralien« nur Marmorpulver oder Kalksteinpulver anwenden können. Was die anderen Bestandtheile betrifft, so ist zu bemerken, daß Marmor den dritten Härtegrad, Flußspat den vierten, Galmei beiläufig den achten Härtegrad besitzt; eine Masse aus so verschieden harten Bestandtheilen ist aber ungemein schwierig zu schleifen und

zu poliren. In welcher Weise der Galmei wirken soll, läßt sich ebensowenig erklären, wie die Wirkung des phosphorsauren Kalkes — ob das Mineral Phosphorit oder Knochenasche gemeint ist, wird nicht angegeben.

Wenn man von diesen überflüssigen und auf die Beschaffenheit der Marmormasse eher nachtheilig als günstig wirkenden Bestandtheilen absieht, so hinterbleiben als wesentliche Bestandtheile des Struck'schen Kunstmarmors nur Marmormehl, Kreide und Wasserglas; die letzteren bilden das Silicat, welches die Marmortheilchen umschließt.

Die anderen Struck'schen Massen werden nach folgenden Verhältnissen hergestellt:

Bausteine und Röhren

| | | |
|---|---|---|
| Sand . . . . . | 4000 | Gewichtstheile |
| Kalkstein . . . . | 528 | » |
| Gebrannter Thon | 60 | » |
| Wasserglas . . . | 130—250 | » |

Die sehr großen Verschiedenheiten in der zu verwendenden Menge von Wasserglas machen sich in den Eigenschaften der auf diese Weise dargestellten Steine sehr merkbar; bei Anwendung sehr großer Mengen von Wasserglas wird aber die Festigkeit der Steinmassen beeinträchtigt und wird letztere durch sehr lange Zeit immer neue Auswitterungen zeigen.

Was die für andere Zwecke dienenden Struck'schen Massen betrifft, wird für dieselben folgende Zusammensetzung angegeben.

Masse für Mühlsteine

| | | |
|---|---|---|
| Quarz oder Feuerstein in Form grober Bruchstücke | 4000 | Gewichtstheile |
| Kalksteine oder Kreide . . | 500 | » |
| Phosphorsaurer Kalk . . | 45 | » |
| Feldspat . . . . . . . . | 60 | » |
| Flußspat . . . . . . . . | 10 | » |
| Kali-Wasserglas . . . . | 250 | » |

Masse für Schleifsteine

| | | |
|---|---|---|
| Quarzsand oder Schmirgel | 235 | Gewichtstheile |
| Kalkstein . . . . . . . . | 75 | » |
| Galmei . . . . . . . . . | 30 | » |
| Phosphorsaurer Kalk . . | 30 | » |
| Feldspat . . . . . . . . | 4 | » |
| Flußspat . . . . . . . . | 1 | » |
| Natron-Wasserglas . . . | 75 | » |

Rücksichtlich der Zusammensetzung dieser Masse müssen wir dieselben Bemerkungen wiederholen, welche wir über die Vorschrift für die Marmormasse gemacht haben; in der Mühlsteinmasse erscheint uns neben den zur Bildung des Kalksilicates dienenden Körpern nur der Quarz als wesentlich; für die Schleifsteinmassen der Quarz oder Schmirgel, wobei wir aber die letztgenannten Körper nicht als gleichwerthig hinstellen können, denn der Quarz hat den Härtegrad sieben, der Schmirgel (Korund) den Härtegrad neun. Man wird daher, je nachdem man Quarz oder Schmirgel anwendet, Schleifsteine von sehr verschiedener Härte erhalten.

Mühlsteine und Schleifsteine müssen nicht nur mit Rücksicht auf ihre Bestimmung eine sehr große Festigkeit haben, sondern sie müssen auch so fest sein, um die Fliehkraft, welche umso mächtiger wirkt, je schneller sich die Steine drehen, Widerstand leisten zu können, da sonst die Steine leicht zerrissen werden könnten. Ob das Calciumsilicat, wie es in der Struck'schen Masse hergestellt wird, diese Festigkeit besitzt, erscheint durch praktische Erfahrungen noch nicht festgestellt.

## Künstlicher Meerschaum.

Das Mineral »Meerschaum« besteht seiner chemischen Zusammensetzung nach aus einem wasserhaltigen Magnesiasilicate, welchem die Formel $Mg_2Si_3O_6 + 4\,H_2O$ entspricht. Es erscheint gewöhnlich in Form von nieren-

förmigen oder knollenförmigen Stücken, welche aber nur selten größer als ein Menschenkopf, in Kalk oder Serpentin eingesprengt sind. Das Mineral hat das specifische Gewicht 0·8—1·0 graue, gelbliche oder rein weiße Farbe, ist von mattem fettartigen Glanz, erdigem Bruch und etwas fettig — dem Talksteine ähnlich anzufühlen; an der Zunge haftet es sehr stark. Die feinsten Stücke von Meerschaum sind von durchaus gleichartiger Beschaffenheit — minder feine enthalten häufig Sand und kleine Steinchen als Einschlüsse.

Der Meerschaum findet sich nur an verhältnißmäßig wenigen Orten in reineren Stücken und größerer Menge vor, wie z. B. bei Kiltschik und Eski Schehr in Anatolien, bei Balescas unweit Madrid in Spanien und wird dort bergmänisch gewonnen. Die Hauptverwendung des Meerschaumes ist bekanntlich jene zur Darstellung von Tabakspfeifen und Zigarrenspitzen, außerdem zur Anfertigung kleiner Kunstgegenstände, für welche sich das Mineral seiner schönen Farbe und leichten Bearbeitung mit dem Messer auf der Drehbank besonders gut eignet. Da die aus Meerschaum hergestellten Gegenstände ein kreideartiges glanzloses Aussehen haben und in Folge ihrer Porosität leicht schmutzig werden, gibt man ihnen durch das sogenannte »Einlassen« ein glattes glänzendes Aussehen.

Das Einlassen der vollständig fertiggestellten Meerschaumgegenstände erfolgt in der Weise, daß man sie in geschmolzenes Wachs taucht, bis die poröse Masse von demselben ganz durchtränkt ist und nach dem Erkalten durch Reiben mit weichen Wolltüchern allein oder unter Mitverwendung von Speckstеinpulver auf Hochglanz polirt.

Da der Meerschaum seines seltenen Vorkommens wegen an und für sich ein kostspieliger Körper ist und größere ganz reine Stücke — die sogenannte Spiegelmasse — besonders theuer sind, so haben diese Umstände vielfach zur Nachahmung von Meerschaum und zur Darstellung desselben auf künstlichem Wege angeregt. Man unterscheidet in dieser Hinsicht zwei voneinander verschiedene Körper: die sogenannte

Meerschaummasse (nicht zu verwechseln mit der eben genannten Spiegelmasse) und dem künstlichen Meerschaum selbst. Beide Körper in der richtigen Weise angefertigt, unterscheiden sich nur wenig in ihren Eigenschaften von dem Minerale Meerschaum selbst.

## Die Meerschaummasse.

Das Hauptmateriale zur Anfertigung der Meerschaummasse besteht aus Meerschaum selbst, und zwar aus den Abfällen, welche sich beim Zersägen der größeren Meerschaumstücke selbst ergeben, sowie aus den Schnitz- und Drehspänen, welche bei der weiteren Verarbeitung der Meerschaumstücke in reichlicher Menge gewonnen werden. Diese Abfälle werden in den Fabriken für Meerschaumwaaren täglich gesammelt und um sie gegen Staub zu schützen, in wohlverschlossenen Gefäßen aufbewahrt.

Die Verarbeitung der Abfälle beginnt damit, daß man sie in einem steinernen Mörser mit einer steinernen Keule zu grobem Pulver zerstampft. Zum Zerstampfen und zur weiteren Bearbeitung der Meerschaumabfälle darf durchaus kein aus Eisen oder anderem Metalle angefertigtes Geräth verwendet werden, indem sonst leicht eine durch Oxydflocken verunreinigte Meerschaummasse erhalten würde.

Das grobe Pulver des Meerschaumes wird auf einer steinernen Mühle zu dem feinsten Mehle gemahlen und dieses mit Wasser zu einer dünnen Milch angerührt, in einen großen Bottich gebracht, in welchen man sie in Ruhe läßt, bis das Wasser fast ganz klar geworden ist. Man läßt dann das Wasser abfließen und sammelt den zarten weißen Schlamm, welcher auf dem Boden des Gefäßes liegt. Um die Theilchen des Meerschaumes zu einer festen zusammenhängenden Masse zu vereinigen, verwendet man frisch dargestellte kieselsaure Thonerde. Diese Verbindung hat die Eigenschaft, im wasserhältigen Zustande eine voluminöse Masse von gallertartiger Beschaffenheit zu bilden, geht aber beim Trocknen in einen harten sehr festen Körper über.

Durch inniges Mischen von frisch bereiteter kieselsaurer Thonerde mit dem Meerschaumpulver, Pressen und Trocknen des Gemisches läßt sich daher eine feste Masse erzielen, welche große Aehnlichkeit mit echtem Meerschaum besitzt.

Zur Darstellung der kieselsauren Thonerde muß man unbedingt Materialien verwenden, welche vollkommen frei von Eisenverbindungen sind, denn bei Gegenwart von solchen würde man kein rein weißes, sondern stets nur ein gelblich gefärbtes Product erhalten. Die kieselsaure Thonerde wird aus Alaun und Wasserglaslösung hergestellt. Was den Alaun betrifft, kann gewöhnlicher Alaun (Kalialaun) oder Ammoniakalaun verwendet werden, es handelt sich nur darum, ein vollkommen eisenfreies Präparat zu haben. Die Körper werden in folgenden Verhältnissen angewendet:

| | | |
|---|---|---|
| I. | Eisenfreies Wasserglas von 28 Grad Bé. . | 25 Kgr. |
| | Reines Wasser . . . . . . . . . . . . | 50 Liter |
| II. | Eisenfreier Alaun . . . . . . . . . . | 25 Kgr. |
| | Heißes Wasser . . . . . . . . . . . . | 50 Liter |

Man vermischt die Lösungen I und II in einem Bottiche durch starkes Rühren, wobei sich die kieselsaure Thonerde sofort ausscheidet und die Flüssigkeit eine kleisterartige Beschaffenheit annimmt. Man schöpft den Inhalt des Bottiches mittelst einer hölzernen Kelle auf Filtrirtücher, läßt sie abtropfen und überzieht den Rückstand mehrere Male mit heißem Wasser, um alle löslichen Salze fortzuwaschen.

Die Darstellung der Meerschaummasse erfolgt nun durch Mischen des Meerschaummehles mit der kieselsauren Thonerde, und zwar in der Weise, daß man auf 100 Theile Meerschaum (trocken gerechnet) 20—30 Theile kieselsaure Thonerde verwendet. Je größer die Menge des letztgenannten Körpers ist, eine desto härtere und politurfähigere Meerschaummasse wird erzielt. Man bringt den Brei des Meerschaummehles und der kieselsauren Thonerde in eine Kufe, welche mit einer hölzernen Rührvorrichtung versehen ist und läßt

letztere solange laufen, bis ein ganz gleichförmiges Gemische beider Körper entstanden ist. Man füllt die breiartige Masse dann in leinerne Filtersäcke, welche frei aufgehängt bleiben, bis aus ihnen kein Wasser mehr abtropft.

Um die Meerschaummasse in die Form von Ziegeln zu bringen, in welcher sie gewöhnlich in den Verkehr gesetzt wird, verwendet man als Formen sehr stark gearbeitete Holzrahmen, welche im Lichten 30 Cm. lang, 15 Cm. hoch und 15 Cm. breit sind. Der Boden des Rahmens besteht entweder aus Holz oder wohlverzinntem Eisenblech und ist siebartig durchlöchert. In jedem Formkasten wird ein aus Leinwand verfertigtes Prisma, welches den Wänden glatt anliegt, befestigt.

Die aus den Filtersäcken genommene Masse, welche noch sehr wasserreich ist, wird in einen blanken Kupferkessel gebracht und soweit erhitzt, bis das ihr anhaftende Wasser kocht; sie wird hierbei wieder etwas dünnflüssiger, daß man sie in die Formkästen schöpfen kann. Man füllt letztere soweit an, daß sich die dickbreiige Masse an der Oberfläche wölbt; nachdem das Wasser abgetropft ist, schlägt man vorstehende Theile der Leinwand über die Oberfläche der Masse, bedeckt sie mit einem Brettchen, welches man etwas beschwert, z. B. durch einen aufgelegten Mauerziegel und läßt die Kästen mindestens 24 Stunden lang ruhig stehen, überhaupt solange, bis die Masse vollständig festgeworden ist. Die Formkästen werden dann umgewendet, und von der in Leinwand gehüllten Masse abgehoben. Man stellt die einzelnen Stücke nebeneinander auf und läßt sie in einem Zimmer mit gleichförmiger Temperatur austrocknen, was immerhin einige Wochen beansprucht.

Man kann das Austrocknen auch in einer mäßig angeheizten Trockenstube vornehmen, muß aber, damit die einzelnen Stücke nicht rissig werden, dieselben mindestens alle zwölf Stunden auf eine andere Fläche legen. Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß die Meerschaummasse umso fester wird, je langsamer sie austrocknet. Um sich von dem vollständigen Austrocknen zu überzeugen, zersägt man eine der ziegel-

förmigen Stücke der Quere nach; die Schnittfläche muß gleichförmig weiß aussehen; durchscheinende speckige Stellen im Innern der Masse weisen darauf hin, daß sie noch nicht vollständig ausgetrocknet sei.

In ihren Eigenschaften verhält sich die Meerschaummasse ganz so, wie der echte Meerschaum: man kann sie sägen, mit dem Messer und auf der Drehbank bearbeiten und nach dem Einlassen mit Wachs durch Poliren glänzend machen.

## Der künstliche Meerschaum.

Bei der Darstellung des künstlichen Meerschaumes stellt man eine Masse dar, welche in chemischer Beziehung ziemlich mit jener des Minerales Meerschaum übereinstimmt, nämlich aus einem Magnesiumsilicate besteht. Dieses wird dann durch frisch bereitete kieselsaure Thonerde in ähnlicher Weise gebunden, wie dies bei der Darstellung von Meerschaummasse mit dem Mehle des Meerschaumes geschieht. Man bereitet sich nachstehend angegebene Lösungen (aus eisenfreien Materialien) unmittelbar vor ihrer Verwendung.

| | | |
|---|---|---|
| I. | Wasserglas von 28 Grad Bé. . . . . . | 50 Kgr. |
| | Wasser . . . . . . . . . . . . . . | 200 Liter |
| II. | Magnesiumsulfat (Bittersalz) . . . . . . | 50 Kgr. |
| | Wasser . . . . . . . . . . . . . . | 100 Liter |
| III. | Alaun (Ammoniakalaun) . . . . . . . | 5 Kgr. |
| | Wasser . . . . . . . . . . . . . . | 50 Liter |
| IV. | Aetznatron (fest) . . . . . . . . . | 10 Kgr. |
| | Wasser . . . . . . . . . . . . . . | 25 Liter. |

Man wendet einen Holzbottich an, der so groß sein muß, um mindestens die doppelte Menge der angewendeten Körper aufzunehmen, da man den Inhalt des Bottiches tüchtig rühren muß. Am zweckmäßigsten ist es, in dem Bottiche ein leicht auszuhebendes hölzernes Rührwerk anzubringen. Zuerst wird die Wasserglaslösung (I) in den

Bottich gegossen und das Rührwerk in Gang gesetzt und gleichzeitig die Flüssigkeiten II, III und IV eingegossen. Man rührt ohne Unterbrechung durch 40—60 Minuten fort, hebt das Rührwerk aus und schöpft den Inhalt des Bottiches in einen zweiten Bottich über, der mit Leinwand ausgelegt ist und einen mit vielen kleinen Oeffnungen versehenen Boden besitzt. Nach dem Abtropfen wird die Masse solange durch Uebergießen mit reinem Wasser ausgewaschen, bis ein Tropfen des abfließenden Wassers auf eine Glasplatte ohne Rückstand verdunstet. Es ist sehr wichtig, den Niederschlag solange auszuwaschen, bis alles Lösliche entfernt ist, indem man sonst nur einen brüchigen Kunst-Meerschaum erhalten würde.

Die gewaschene Masse wird in einem Kupferkessel bis zum Kochen des Wassers erhitzt und ganz so weiter behandelt, wie dies bei der Darstellung der Meerschaummasse angegeben wurde.

---

## XIV.

# Die Magnesia-Kunststeine.

Reines Magnesiumoxyd oder Magnesia, welche durch Glühen von kohlensaurer Magnesia erhalten werden kann, zeigt in ihrem Verhalten eine gewisse Uebereinstimmung mit dem gebrannten Kalk oder dem Calciumoxyde; wie dieser ist sie bei den Temperaturen, welche wir in unseren Oefen hervorzubringen vermögen, unschmelzbar und zeigt auch gegen Wasser ein Verhalten, welches jenem des gebrannten Kalkes ähnlich ist. Wenn man kohlensaure Magnesia (das Mineral Magnesit) nur bis auf etwa 600 Grad C. erhitzt, so entweicht die Kohlensäure vollständig und besitzt die so gewonnene Magnesia die Eigenschaft, mit Wasser zusammengebracht, sich mit demselben ziemlich rasch zu Magnesium-

hydroxyd zu vereinigen. Wenn man hingegen den Magnesit bei starker Weißglut brennt, so wird die Magnesia vollständig todt gebrannt, d. h. sie bindet sich nicht mehr mit Wasser ab und bildet dann eine Masse, welche bei keiner bis nun erreichten Temperatur zum Schmelzen gebracht werden kann. Man verwendet sie deshalb auch zur Herstellung der noch zu besprechenden feuerfesten Massen.

## Magnesia-Kalkstein.

Durch Mischen von schwachgebrannter Magnesia mit kohlensaurem Kalk und Befeuchten der Masse mit Wasser erhält man einen Brei, welcher allmählich zu einem weißen steinartigen Klumpen erhärtet. Man kann diese Masse darstellen, indem man einerseits gebrannten Magnesit, andererseits reinen kohlensauren Kalk (Marmor) in das feinste Mehl verwandelt, beide Pulver auf das Innigste mengt und mit Wasser anrührt, den Brei in Formen preßt, in denen er solange bleibt, bis er erstarrt ist und die aus den Formen genommenen Stücke in Wasser legt.

Das ausgezeichnetste Product an Magnesia-Kalk erhält man nach unseren Versuchen auf folgende Art: Eine Lösung von Chlorcalcium in Wasser wird klar filtrirt und mit einer gleichfalls filtrirten Lösung von Soda solange versetzt, als noch ein Niederschlag von kohlensaurem Kalk gebildet wird. Man wartet ab, bis sich dieser Niederschlag zu Boden gesetzt hat, zieht die über denselben stehende klare Salzlösung ab, übergießt den Niederschlag mit reinem Wasser, rührt ihn auf, läßt absitzen und zieht das Wasser wieder ab. Man wiederholt diese Behandlung noch ein- oder zwei Male und erhält dann den Niederschlag ganz frei von Salz.

Die noch nasse breiartige Masse wird auf Leinentücher gegossen, welche an den vier Ecken frei aufgehängt sind und tropft von ihr noch eine Zeit lang Wasser ab. Nachdem dies aufgehört hat, bindet man die vier Enden des Tuches zusammen und läßt die so gegen Staub geschützte Masse

allmählich ganz austrocknen. Man erhält auf diese Weise chemisch reinen kohlensauren Kalk im Zustande der höchsten Vertheilung und liefert derselbe mit der gebrannten Magnesia eine Masse, welche an Härte und Schönheit des Aussehens dem Marmor nicht nachsteht.

Wir befeuchten die auf das Sorgfältigste gemischten Pulver nur soweit mit Wasser, daß eine Masse entsteht, welche die Beschaffenheit eines ziemlich festen Brotteiges besitzt, walzen sie zu Platten aus, die in Formen gelegt und durch den Druck einer kräftigen Presse in diese eingedrückt werden. Die bildsame Masse liefert dann einen getreuen Abdruck der zartesten Erhöhungen und Vertiefungen der Form. Nach dem Einpressen der Masse wird die Form mit einem Brette bedeckt, sammt diesem umgewendet und mit geringer Kraft auf eine Unterlage geschlagen. Die eingepreßte Masse löst sich dann vollständig von der Form und kann diese abgehoben werden. Die geformten Stücke bleiben solange auf den Brettern liegen, bis sie hart geworden sind und werden dann in Gefäße gelegt, welche mit Wasser gefüllt sind. Sie nehmen dann allmählich die steinharte Beschaffenheit an.

## Magnesiumsandsteine.

In ähnlicher Weise, wie man aus Kalk, Sand, Wasserglas und Chlorcalcium sandsteinartige Massen darstellen kann, lassen sich auch solche aus Magnesia, Wasserglas und Chlormagnesium anfertigen. Noch billiger können diese Massen erhalten werden, wenn man die Magnesia durch Kalk ersetzt. Das Verfahren zur Herstellung der Steine ist jenem der Steine mit Chlorcalcium fast ganz gleich. Man mischt den zu Staub gelöschten Kalk mit dem Sande unter Zusatz der verdünnten Lösung von Wasserglas, formt die Masse zu Blöcken und trocknet diese in einer Trockenstube scharf aus. Die porösen Blöcke werden dann in Gefäße gesetzt, in welche man Chlorcalciumlösung fließen läßt, bis

die Blöcke mit derselben getränkt erscheinen, letztere sodann ausgehoben und frei hingestellt.

Es bildet sich in der Masse gallertartige kieselsaure Magnesia und kieselsaurer Kalk, welche nach dem Austrocknen die Sandtheile mit großer Kraft zusammenhalten; das bei der Umsetzung der Salze entstandene Chlornatrium wittert allmählich aus und wird durch Auswaschen beseitigt. Die Sandsteine, welche man nach diesem Verfahren erhält, sind sehr widerstandsfähig und zeichnen sich auch durch einen so ungemein hohen Grad von Feuerfestigkeit aus, daß sie selbst, nachdem sie durch lange Zeit den höchsten Temperaturen ausgesetzt waren, nur sehr schwach gesintert erscheinen. Man kann sie daher ganz gut zur Ausmauerung von Räumen verwenden, durch welche glühende Gase ziehen, nicht aber zur Ausmauerung von Feuerungen, in welchen sie den Stößen des eingeworfenen Brennstoffes ausgesetzt wären, indem sie nicht genügende Festigkeit besitzen, um diesen Stößen durch längere Zeit widerstehen zu können.

## Die Magnesia-Chlormagnesiummassen.

Gebrannte Magnesia verhält sich beim Zusammenbringen mit einer Lösung von Chlormagnesium in der Weise, daß eine Verbindung entsteht, welche ein basisches Chlorid oder Oxychlorid darstellt. Man kann annehmen, daß die Verbindung nach folgendem Schema gebildet wird:

$$MgO + MgCl_2$$
Magnesia + Chlormagnesium =

$$Mg_2OCl_2$$
Magnesia-Oxychlorid.

Diese Verbindung ist von rein weißer Farbe, sehr großer Festigkeit und Härte, besitzt Widerstandsfähigkeit gegen die Einflüsse der Witterung und kann mit einer sehr bedeutenden Menge fremder Körper (Füllstoffe) vermischt werden, ohne daß Festigkeit und schönes Aussehen hierdurch

beeinträchtigt werden. Wenn man alle diese vorzüglichen Eigenschaften zusammenfaßt, so ergiebt sich, daß wir nicht leicht ein zweites gießbares Materiale finden können, welches diese Massen übertreffen würde.

Die Herstellung von Magnesia-Oxychlorid ist an den Bezug von billigem Magnesit und Chlormagnesium gebunden, wobei aber letzteres nur eine mehr untergeordnete Rolle spielt, denn man kann sich die erforderlichen Lösungen von Chlormagnesium auch durch Auflösen von Magnesit in roher Salzsäure im Werke selbst darstellen. Außerdem soll eine billige constante Kraft zur Verfügung stehen, welche zum Zerkleinern des Magnesites, zum Mischen der Gießmassen und zur Bearbeitung derselben erforderlich ist.

Der Magnesit wird in dem Mühlwerke zu feinstem Mehle zerrieben, und dieses in großen thönernen Muffeln auf höchstens 600 Grad C. erhitzt, wobei alle Kohlensäure entweicht. Da letztere sehr rein ist, kann sie auch einer Verwerthung zugeführt werden, am einfachsten dadurch, daß man sie durch eine Rohrleitung einer benachbarten Fabrik für flüssige Kohlensäure oder Sodawasser abgiebt. Im Falle die Kohlensäure auf diese Weise verwerthet wird, nimmt man das Brennen des Magnesites in eisernen Retorten vor, welche ähnlich wie die Retorten zur Darstellung von Leuchtgas eingerichtet sind.

Die Abzugsröhren dieser Retorten münden in ein gemeinsames Sammelrohr so ein, daß man einzelne Retorten nach Belieben dem Betriebe ein- und ausschalten kann und aus dem Sammelrohre einen ununterbrochenen Strom von Kohlensäure erhält. Am zweckmäßigsten führt man das Brennen des Magnesites mittelst einer gemeinsamen Heizung für alle Retorten (Generatorofen) durch und bringt den gepulverten Magnesit in einem entsprechend geformten Blechbehälter in die stets heißen Retorten; es wird hierdurch die zum Ausziehen einer eben ausgebrannten Ladung und Einführen einer zu brennenden erforderliche Zeit auf einige Minuten beschränkt. Damit man die Ladungen ent-

sprechend groß machen kann, beläßt man jede Ladung durch 24 Stunden in den Retorten; diese Zeit genügt dann vollständig, um selbst aus bedeutenden Mengen von Magnesit alle Kohlensäure auszutreiben.

Die als Füllstoffe zu verwendenden Körper müssen sich ebenfalls im Zustande der höchsterzielbaren Vertheilung befinden und verwendet man neben geeigneten Gesteinen — dichtem Kalksteine, Schiefer, Quarzmehl, Glasmehl — auch noch sogenannten Holzschliff und Cellulose als Füllmateriale für die Oxychloridmassen.

Bezüglich der Mengen der angewendeten Füllkörper kann man bis zu sehr weit gesteckten Grenzen gehen und besitzen selbst Massen, welche auf 90 Procent Füllmehl nur 10 Procent Mehl von gebranntem Magnesit enthalten, noch sehr große Festigkeit. In der Regel begnügt man sich aber mit Massen, in denen 50—60 Procent Füllstoffe — demnach 40—50 Procent gebrannter Magnesit — enthalten ist.

Zur Erzielung einer durchaus gleichförmigen Masse müssen die Pulver der Füllstoffe und der Magnesia auf das Sorgfältigste gemischt werden und darf nicht diese Mischung mit der Lösung des Chlormagnesiums zusammengebracht werden. Die Lösung von Chlormagnesium wird in einer Concentration von 15—20 Grad Bé. angewendet und unter stetem Rühren dem Gemische aus Magnesit und den anderen Pulvern zugesetzt, bis ein bildsamer Brei entsteht, den man sogleich in die bereit gehaltenen Formen bringt, in welchen er in ganz kurzer Zeit zu einer steinharten Masse erstarrt.

Nach besonderen Untersuchungen hängt die Festigkeit der Oxychloridmasse von der Concentration der Lösung des Chlormagnesiums ab; sie ist am größten, wenn man auf 10 Theile gebrannter Magnesia 6 Theile einer 80 procentigen Lösung von Chlormagnesium gemischt mit einem Theil Wasser verwendet. Es gilt dieses Verhältniß aber nur für das Magnesiumchlorid allein, in der mit Füllkörpern vermischten Masse scheinen andere Verhältnisse zu walten.

## Das Xylolith.

Das griechische Wort Xylolith = Holzstein, die lateinische Benennung Petrolignin = Felsenholz und mehrere andere Bezeichnungen werden für ein Fabrikat angewendet, welches in neuerer Zeit in mehreren größeren Werken dargestellt wird und in Folge seiner vorzüglichen Eigenschaften sowohl für Bauzwecke als für kunstgewerbliche und selbst rein künstlerische Verwendungen große Bedeutung besitzt. Wie der Name anzeigt, besitzt das Xylolith thatsächlich gewisse Eigenschaften, welche den Steinen und solche, welche dem Holze zukommen, zu denen sich noch die Fähigkeit des Xylolithes gesellt, sich während seiner Herstellung in gewisser Beziehung wie eine durch Gießen formbare Masse zu verhalten.

Das Xylolith läßt sich in ähnlicher Weise wie hartes Holz sägen, bohren und abdrehen; es zeigt aber dabei die werthvolle Eigenschaft, daß es unverbrennlich ist und eine bedeutende Härte besitzt. Mit Bezug auf sein Verhalten gegen Feuer ist das Xylolith zwar thatsächlich unverbrennlich und gewähren ganz dünne Platten desselben verhältnißmäßig lange Zeit Schutz gegen Feuer, bis sie selbst zerstört werden. Wenn man Xylolith erhitzt, so beginnt endlich die Masse zu glimmen und glimmt fort, ohne jedoch jemals mit Flamme zu brennen; die Stücke verkohlen, werden dann wieder hellfarbig und zerbröckeln. Es gehört aber eine überraschend lange Einwirkung einer hohen Temperatur auf das Xylolith dazu, um die vollständige Zerstörung der Masse in der eben beschriebenen Weise herbeizuführen.

Seiner Wesenheit nach besteht das Xylolith aus Magnesiumoxychlorid, welchem als Füllkörper Holzsubstanz in großen Mengen eingearbeitet ist. Die hierbei zur Verwendung kommende Holzsubstanz kann bestehen aus gewöhnlichen Holzspänen, Sägespänen oder Sägemehl, aus gedämpftem oder ungedämpftem Holzschliff oder wie sich aus unseren Versuchen mit Bestimmtheit ergeben hat, in ganz vorzüglicher Weise wirkend, aus Cellulose. Diesem, einen Hauptbestandtheile des Xylolithes, stehen Magnesia und Chlormagnesium

als bindend wirkende Körper gegenüber; außerdem kommen bei der Anfertigung des Xylolithes auch noch eine Anzahl anderer Körper, welche aber fast nur als färbend wirkende anzusehen sind, zur Verwendung.

## Die Holzsubstanz.

Die Holzsubstanz, in welcher Form dieselbe auch angewendet wird, muß einer Vorbereitung unterzogen werden und bezieht sich letztere entweder auf das Gleichförmigmachen der Holzmasse oder auch gleichzeitig auf das Färben derselben. Das Gleichförmigmachen der Holzmasse bezieht sich vor Allem darauf, gleich große Holztheilchen zu erhalten. Bei Verwendung von Sägespänen verwendet man Siebe, welche die gröberen Theile zurückhalten, so daß man nur Späne erhält, die in Bezug auf Form und Größe ziemlich gleich sind. Da man mit diesen Spänen zugleich auch das staubfeine Mehl erhält, welches sich beim Sägenvon Hol z immer ergiebt, trennt man sie am besten mit Hilfe einer gewöhnlichen Getreidereinigungsmaschine.

Eine solche wirkt bekanntlich in der Weise, daß die frei herabfallenden Getreidekörner von einem in horizontaler Richtung geführten Luftstrom getroffen werden, dessen Stärke groß genug ist, um alle Theile, welche leichter sind als die Getreidekörner, fortzuführen. Wenn man die schon durch Siebe gereinigten Sägespäne in derselben Weise behandelt, so erhält man sie vollkommen frei von Mehl, indeß das letztere in einem besonderen Kasten gesammelt wird und für sich allein zur Herstellung besonderer Xylolithmassen verwendet werden kann. Die Feinheit der Holzspäne nimmt selbstverständlich Einfluß auf die Beschaffenheit des mit ihnen dargestellten Xylolithes; man ist im Stande mit den gröberen Spänen eine Masse anzufertigen, welche thatsächlich ein holzartiges Aussehen besitzt, indeß in den mit feinem Holzmehl angefertigten Massen keine Holzstructur erkennbar ist.

Man kann zwar Späne von jeder Holzgattung zur Anfertigung von Xylolith benützen, erhält aber, wie leicht

einzusehen, mit verschiedenen Holzgattungen auch Producte von verschiedener Beschaffenheit. Mit Spänen von sehr weichen weißen Hölzern erhält man Xylolithmassen von schön weißem oder nur schwach gelblichem Aussehen und sehr geringem Gewichte; Späne dunkelfarbiger Hölzer ergeben schwerere entsprechend dunkler gefärbte Massen. Um in dieser Hinsicht Fabrikate von verschiedenem Aussehen zu erhalten, ist es für die Erzeuger von Xylolithwaaren sehr zu empfehlen, sich mit Sägewerken in Verbindung zu setzen, welche verschiedenartige, zum Theile fremdländische Hölzer verarbeiten, wie dies z. B. in den Fournierwerken der Fall ist. Man kann daselbst Späne verschiedener inländischer Holzarten, aber auch von Mahagoni-, Palisander-, Rosenholz u. s. w. erhalten.

## Das geschliffene Holz.

Seitdem es gelungen ist, die Holzsubstanz unmittelbar für die Zwecke der Papier-Fabrikation zu verwenden oder aus derselben den als Rohstoff für feinere Papiere dienenden als Holzcellulose bezeichneten Körper herzustellen, haben diese beiden Körper für die Anfertigung von Xylolith Bedeutung gewonnen. Das geschliffene Holz oder der Holzschliff wird in besonderen Werken, denen bedeutende Wasserkraft zur Verfügung steht, in der Weise gewonnen, daß man Holzscheiter, aus welchen vorher alle Aststellen sorgfältig durch Ausbohren beseitigt wurden, gegen sehr große Schleifsteine, die sich mit bedeutender Geschwindigkeit drehen, preßt, während ein kräftiger Wasserstrahl auf das Holz geleitet wird. Die Holzstücke werden so gegen den Schleifstein gedrückt, daß sie in der Längsrichtung der Gefäßbündel abgeschliffen werden und man in Folge dessen viel längere Fasern erhält, als wenn das Holz mehr weniger senkrecht auf die Richtung der Fasern »über Hirn« geschliffen wird.

Die aus sehr verschieden großen Spänen von den Holzstücken abgeschliffenen Theile werden durch den Wasserstrahl fortgeführt und zuerst durch gröbere, dann durch

immer engere Netze geleitet, so daß man zuletzt einen Brei aus sehr gleichmäßigen Fasern erhält, welcher zwischen Walzen durchgeführt und hierdurch von dem größten Theile des anhaftenden Wassers befreit wird. Man unterscheidet ungedämpften und gedämpften Holzschliff; letzterer, welcher immer von dunklerer Farbe ist, wird aus Holz dargestellt, welches in dampfkesselartigen Gefäßen unter Druck mit Wasser gekocht wurde. Es geschieht dies, um die in dem Holze enthaltenen Eiweißkörper zum Gerinnen zu bringen und den Holzstoff hierdurch gegen Zerstörung widerstandsfähiger zu machen. Für die Zwecke der Herstellung von Xylolith hat die Verwendung von gedämpftem oder ungedämpftem Holz nur insoferne Bedeutung, als man aus ersterem dunkelfarbigere Massen erhält, als aus den ungedämpften.

## Die Cellulose.

Das geschliffene Holz besteht aus den zum Theile zerrissenen Gefäßbündeln, deren Hauptbestandtheil Cellulose ist. Die einzelnen Gefäßbündel werden durch eine eigenthümliche Substanz miteinander fest verkittet, und ist es aus diesem Grunde nicht möglich, durch die blos mechanische Behandlung des Holzes beim Schleifen, die einzelnen Gefäße voneinander zu trennen. Wenn man aber Holz mit Chemikalien behandelt, welche diese Holzsubstanz aufzulösen oder zu zerstören vermögen, so wird hierdurch der Zusammenhang der Gefäße aufgehoben und man erhält, nachdem die Flüssigkeiten weggewaschen sind, eine aus nahezu ganz reinem Pflanzenzellstoff oder Cellulose bestehende Masse. Dieselbe erscheint nach dem Bleichen und Trocknen als eine sehr lockere weiche und sehr viel Raum einnehmende Substanz, welche im Griffe der Baumwolle sehr ähnlich ist und in chemischer Beziehung mit dieser fast übereinstimmt, denn die Baumwolle besteht aus fast reiner Cellulose.

Wenn die Gestehungskosten der Cellulose nicht zu hoch sind, so bildet diese ein ausgezeichnetes Materiale zur Anfertigung von Xylolithmassen von vorzüglicher Beschaffenheit.

## Die Rinden und Farbhölzer.

In den Werken, welche sich mit der Herstellung von Gerbstoff-Extracten und von Extracten aus Farbhölzern befassen, werden die Rinden und Hölzer zuerst auf eigenen Mühlen sehr stark verkleinert, indem sie sich in dieser Form leichter extrahiren lassen. Man behandelt sie sodann solange mit Wasser, bis sie alle löslichen Stoffe an dieses abgegeben haben und verwendet die hinterbleibende Masse fast ausschließlich als Heizmateriale. Für unsere Zwecke bilden aber diese Späne, namentlich jene der Farbhölzer, ein sehr verwendbares Materiale zur Herstellung dunkelfarbiger Xylolithmassen und sind meistens auch zu billigem Preise zu haben.

## Das Färben der Holzmassen.

Die Xylolithmassen, welche man aus den verschiedenen Hölzern erhält, entsprechen in ihrer Färbung jenen der Hölzer; aus weichen Holzarten, wie Pappel-, Erlen- und Fichtenholz, kann man ganz weißes Xylolith darstellen; aus Eichen, Nußbaum, Mahagoni u. s. w. erhält man Massen, welche ziemlich genau die Farben der genannten Hölzer nur in etwas helleren Tönen besitzen. Man wünscht aber für verschiedene Zwecke auch farbige Xylolithmassen zu erhalten und kann zur Erreichung dieses Zweckes zwei verschiedene Wege einschlagen; der eine derselben besteht darin, daß man bei der Bereitung der Xylolithmassen Pulver farbiger Körper mitverwendet, oder daß man geradezu gefärbtes Holz anwendet. Die Benützung von gefärbtem Holz besitzt den Vortheil, daß die gefärbten Xylolithmassen sehr gleichförmig ausfallen und ihnen das geringe Gewicht erhalten bleibt.

Da die Farben am reinsten ausfallen, wenn der zu färbende Körper selbst farblos ist, so ist es am zweckmäßigsten, zum Färben nur Späne von weichen weißen Hölzern zu verwenden. Das Färben des Holzes erfordert bei Anwendung der gewöhnlichen Farbstoffe immer zwei Operationen: das Beizen und das Ausfärben. Durch das

Beizen ertheilt man dem Holze die Eigenschaft, die Farbstoffe von den Lösungen an sich zu ziehen und so fest zu halten, so daß sie dann durch Waschen nicht mehr entfernt werden können.

Als Beizmittel wendet man gewöhnlich eine Lösung von schwefelsaurer Thonerde an; man bereitet sich eine etwa 1—2 Procent des Salzes enthaltende Lösung desselben in Wasser, tränkt mit derselben die zu beizenden Holzspäne und trocknet letztere wieder. Für manche besonders schöne Farben wendet man als Beizmittel auch Zinnsalz an, doch ist diese Verwendung nur für sehr feine Waaren möglich, da das Zinnsalz hoch im Preise steht. Das Ausfärben findet dann statt, indem man das gebeizte Holz in eine heiße Flüssigkeit bringt, in welcher der betreffende Farbstoff, z. B. Blauholz-Extract, Rothholz-Extract u. s. w. gelöst ist. Nach vollzogener Färbung können die Späne wieder getrocknet werden. An Farben verwendet man:

Für Gelb: Quercitron oder Gelbholzabkochung;

für Roth: Eine Lösung von Rothholz-Extract; das Roth fällt viel schöner und feuriger aus, wenn man nicht mit schwefelsaurer Thonerde, sondern mit Zinnsalz beizt oder wenigstens die Beize zu gleichen Theilen aus beiden Salzen herstellt.

Für Grün färbt man zuerst in Gelb und dann in entsprechender Weise in Blau aus.

Für Blau verwendet man gewöhnlich ein anderes Verfahren als die bisher beschriebenen. Man beizt mit einer Lösung von Eisenvitriol, der man etwas Salpetersäure zugesetzt hat, an und färbt dann in einer Lösung von gelbem Blutlaugensalz aus. Es bildet sich hierbei in dem Holze die tiefblau gefärbte Verbindung Berlinerblau und wird das Holz beim Trocknen noch dunklerfarbig. Gelb gefärbtes Holz wird durch entsprechendes Nachfärben mit Blau grün gefärbt.

Für Schwarz beizt man mit Eisenvitriollösung an und färbt in einer Abkochung von Galläpfeln, der man etwas Blauholz-Extract und eine sehr kleine Menge doppeltchromsaures Kali zugesetzt hat, aus.

Nach einem besonderen Verfahren, welches uns die schönsten Ergebnisse geliefert hat, kann man Holz auch mit den Theerfarben, und zwar in den lebhaftesten Tönen färben. Man stellt zu diesem Behufe eine Lösung von gewöhnlichen Leim in der Weise dar, daß man 2—3 Kgr. gewöhnlichen Leim zuerst in 10 Liter Wasser quellen läßt und dann durch Kochen zur Lösung bringt. Die Lösung wird mit 90 Liter Wasser verdünnt und die Holzspäne mit derselben getränkt. Nach dem Trocknen haften die Späne bisweilen etwas aneinander, können aber wieder leicht durch Drücken voneinander getrennt werden.

Um diese mit Leim imprägnirten Holzspäne mit Theerfarben zu färben, braucht man sie blos in einem Gefäße mit Wasser zu übergießen, in welchem ein in Wasser löslicher Theerfarbstoff gelöst ist. Durch den Leim wird der Theerfarbstoff sofort niedergeschlagen und erscheinen dann die Holzspäne nach der betreffenden Farbe gefärbt.

## Die Herstellung der Xylolithmasse.

In dem Xylolithe sind die einzelnen Theilchen der Holzspäne oder der Cellulose durch Magnesiumoxychlorid innig verbunden. Damit dies aber auch thatsächlich geschehe, ist es unbedingt nothwendig, Holz und Magnesia so innig zu mischen, daß die Holztheilchen rings von Magnesiatheilchen umhüllt sind. Man muß daher einerseits den gebrannten Magnesit wirklich in Form eines ungemein feinen Mehles anwenden und anderseits die Durchmischung desselben mit dem Holzmehle mit Hilfe mechanischer Vorrichtungen ausführen.

Die Mengen von Holzmehl, welche man durch eine verhältnißmäßig sehr geringe Menge von Magnesiumoxychlorid binden kann, sind überraschend große; wie uns Versuche in dieser Richtung gelehrt haben, kann man aus einer Mischung von zehn Gewichtstheilen Holzmehl mit nur einem Gewichtstheile von gebranntem Magnesit und der erforderlichen Menge von Chlormagnesiumlösung noch

Massen von sehr großer Härte erhalten; in der Praxis kann man immerhin 5—6 Gewichtstheile Holz auf einen Gewichtstheil gebrannten Magnesites rechnen, wenn man wirklich steinartig aussehende Massen erhalten will.

Das Mischen von Magnesiamehl und Holzspänen erfolgt trocken in einem rotirenden Mischfasse, in welches man zuerst gleiche Gewichtsmengen von beiden Pulvern bringt, nach einiger Zeit etwas Holzmehl zufügt, abermals rotiren läßt und so fortfährt, bis alles Holzmehl zugesetzt ist. Wenn die Xylolithmasse durch Zusatz farbiger Pulver, Berlinerblau, Chromgelb, Bolus, Terra di Siena u. s. w. gefärbt werden soll, werden diese gleichzeitig mit dem Magnesiapulver in das Mischfaß gebracht.

Das fertige Gemenge der trockenen Körper wird nunmehr in eine Misch- und Knetmaschine übertragen und mit jener Menge von Chlormagnesiumlösung übergossen, welche anzuwenden wäre, um mit der in der Masse befindlichen Magnesia allein das erhärtende Magnesiumoxychlorid zu bilden. Da man aber berücksichtigen muß, daß das Holz selbst sehr beträchtliche Mengen von Wasser einsaugen muß, daß es mit denselben einen Teig bilden kann, wendet man zuerst soviel Wasser für sich allein an, als erforderlich ist, um die Masse in einen fast teigartigen Zustand zu versetzen und fügt derselben dann erst die stark verdünnte Lösung von Chlormagnesium zu. Während man die Mischmaschine rasch laufen läßt, wird die Lösung in kleinen Antheilen zugegossen und dann solange bearbeitet, bis ein gleichförmiger ziemlich zäher Teig entstanden ist, welcher, ehe er noch anfängt abzubinden, in die Formen gebracht wird.

## Das Formen der Xylolithmassen.

Um die in Folge ihres großen Gehaltes an Wasser sehr zähelastische Masse genügend dicht zu erhalten, bedarf es beim Formen derselben eines sehr kräftigen Druckes, welcher solange auf der Masse lasten muß, bis die Verbindung Magnesium-Oxychlorid entstanden und vollkommen

erhärtet ist. Man muß daher stets metallene Formen anwenden und im Besitze einer starken Spindelpresse sein, durch welche die Masse sehr kräftig zusammengepreßt wird. Für größere Gegenstände — namentlich zur Anfertigung von Platten — genügt meistens nicht einmal die Kraft einer Spindelpresse, sondern muß eine hydraulische Presse in Anwendung gebracht werden.

Um z. B. Platten aus Xylolith im Ausmaße von 100 Cm. Länge, 50 Cm. Breite und 20—25 Mm. Dicke herzustellen, wendet man als Unterlage Eisenplatten an, auf welche man Rahmen aus Eisen legt, welche im Lichten 100 und 50 Cm. messen, aber 40—50 Mm. hoch sind. Diese Rahmen werden bis zum Rande mit der teigigen Masse gefüllt, auf letztere eine Eisenplatte gelegt, welche aber mehrere Querrippeu besitzt, so daß die Gesammthöhe der Platte sammt den Rippen 20—25 Mm. beträgt. Auf diese Platte wird wieder eine ebene Eisenplatte gelegt, welche selbst wieder einen Rahmen trägt, den man mit Xnlolithmasse füllt und wird in dieser Weise eine Anzahl von Formen übereinandergestellt. Man setzt dann die hydraulische Presse langsam in Gang und verstärkt allmählich den Druck soweit, daß die mit den Rippen versehenen Platten ganz in die Rahmen eingedrückt werden und die ebenen Platten auf den Rahmen sitzen. Es ist dann die Masse, welche man in die Rahmen gefüllt hat, auf die Hälfte ihrer ursprünglichen Dicke zusammengepreßt und beläßt man sie solange unter Druck, bis man annehmen kann, die Magnesitmasse sei schon vollständig erstarrt, worauf man die Presse öffnet und die Platten aushebt.

Kleinere Platten, wie sie z. B. zur Anfertigung von Mosaikpflaster als Kacheln zum Austäfeln von Badezimmern in Anwendung kommen, Säulenfüße und Capitäle, Tragsteine u. s. w. werden in Spindelpressen ebenfalls in eisernen Formen angefertigt, in denen sie bis zum Abbinden verbleiben müssen.

Die aus den Formen genommenen Xylolithgegenstände zeigen ein ziemlich großes Gewicht, da sie ja noch in ihren

Poren die gesammte Wassermenge enthalten, welche zur Herstellung des Teiges beim Mischen verwendet wurde. Um sie von diesem Wasser zu befreien, läßt man sie vorerst an der Luft austrocknen, wobei z. B. Platten durch Holzstücke voneinander getrennt, auf die kleinste Fläche gestellt werden. Die lufttrockenen Gegenstände, welche noch immer ziemlich viel Wasser enthalten, können dann in Trockenstuben durch künstliche Wärme getrocknet werden und erscheinen dann als Massen von steinartiger Beschaffenheit was Aussehen und Härte betrifft, überraschen aber durch ihr verhältnißmäßig sehr geringes Gewicht.

Die Oberfläche der Xylolithgegenstände erscheint, wenn die Formen glatt waren, ebenfalls glatt und glänzend, kann aber noch durch einfache Behandlung verschönert werden, da sie sehr porös ist, wenn auch die Poren so klein sind, daß man sie mit freiem Auge gar nicht wahrnimmt. Für weiße Xylolithmassen, z. B. für Platten ist es am einfachsten, die Platten mit einer milchigen Flüssigkeit einzureiben, welche man aus Magnesitmehl und einer verdünnten Lösung von Chlormagnesium dargestellt hat. Das sich bildende Magnesiumoxychlorid füllt alle Poren aus und erscheint, nachdem man die milchige Flüssigkeit mit weichen Wolltüchern eingerieben und die Oberfläche der Platte trocken gerieben hat, die Platte wie aus weißem Porzellan aussehend.

An Stelle dieser Behandlung der Gegenstände, welche hauptsächlich für weißes Xylolith geeignet ist, kann man dieselben mit Caseïnlösung, mit Chromleim oder mit Paraffin imprägniren.

Ein Imprägniren mit Wasserglaslösung und dann mit Chlormagnesium (Bildung von kieselsaurer Magnesia in den Poren der Masse) ist aus dem Grunde weniger zu empfehlen, weil diese Operation das lästige Auswittern von Salzen im Gefolge hat. Wenn man die Magnesitgegenstände mit Caseïnlösung oder Chromleim imprägnirt hat, kann man dieselben mit Theerfarben bemalen oder letztere sogar mittelst Stampiglien oder der Presse aufdrucken.

Das Xylolith ist steinhart, von sehr geringem Gewichte, fast vollkommen feuersicher und dabei ein außerordentlich guter Isolator gegen Hitze und Kälte. Es sind dies Eigenschaften, welche die Verwendung von Xylolith in den Bau- und Kunstgewerben als sehr angezeigt erscheinen lassen. Thatsächlich wird Xylolith in bedeutenden Mengen zur Herstellung von Scheidewänden in Gemächern, zur Austäfelung und Schmückung von Wohnräumen u. s. w. angewendet. Um eine Anzahl von Xylolithplatten fest miteinander zu verbinden, stellt man die Platten nebeneinander, bestreicht sie an den zu vereinigenden Flächen mit einer Lösung von Chlormagnesium und füllt die Fuge mit einem frisch bereitetem Brei von gebranntem Magnesit und Chlormagnesium aus. Mosaikplatten, welche zur Darstellung von verziertem Pflaster dienen, werden mit der geschmückten Fläche nach unten auf eine vollkommen ebene Platte (Glastafel) gelegt, durch Magnesiumoxychlorid zu einer etwa ein Quadratmeter großen Platte vereinigt und dann diese Platten an Ort und Stelle zum Pflaster zusammengefügt.

Das Xylolith läßt sich mit der Säge, dem Hobel und dem Drehstahle bearbeiten, so daß man Platten beliebig zertheilen und fremde Gegenstände auf der Drehbank bearbeiten kann. Die mit den Werkzeugen bearbeiteten Stellen verlieren ihren Hochglanz, der ihnen aber leicht wieder durch Behandeln mit einem der oben angeführten Imprägnirungsmittel gegeben werden kann.

## Das Marmorin.

Unter der Bezeichnung Marmorin wird nach J. Lohpe's Patentverfahren eine Masse dargestellt, welche für sich allein zur Anfertigung kleiner Kunstgegenstände gut verwendbar ist, sich aber auch, da sie hart, ziemlich widerstandsfähig gegen den Einfluß der Witterung ist, und die Zumischung einer beträchtlichen Menge von Füllkörpern zuläßt, zur Herstellung größerer Gegenstände, Bauverzierungen, Vasen u. s. w. gut eignet.

Ihrer chemischen Beschaffenheit nach besteht die Marmorinmasse aus einem basischen Magnesiumsulfate und wird auf folgende Art hergestellt: Magnesit wird bei geringer Hitze vollends gebrannt, so daß eben alle Kohlensäure ausgetrieben wird und auf das Feinste gemahlen. Ferner wird eine Auflösung von Magnesiumsulfat (schwefelsaure Magnesia oder Bittersalz) in Wasser bereitet, so daß die Lösung das specifische Gewicht 1·190 zeigt.

Man verwendet gleiche Raumtheile des Pulvers von gebranntem Magnesit und der Lösung von Magnesiumsulfat, mischt sie durch Rühren innig zusammen und gießt die Breimasse in gut geölte Formen, in welchen sie allmählich erhärtet. Das Magnesitpulver kann vorher mit verschiedenen Füllkörpern wie Sand, Marmormehl u. s. w. gemengt werden und läßt sich die Masse auch durch Zusatz von Farbstoffen in beliebigen Farben herstellen.

Die Marmorinmassen können in Folge ihrer rein weißen Farbe und der Eigenschaft, durch Poliren hübschen Glanz anzunehmen, besonders zur Anfertigung kleiner Kunstgegenstände wie Thürknöpfe, Figürchen, Puppenköpfe u. s. w. verwendet werden; sie stehen aber an Festigkeit und Härte den Magnesia-Oxychloridmassen nach, welch' letztere des geringen Preises des Chlormagnesiums wegen auch billiger herzustellen sind. Man wird daher das Marmorin wohl nur in besonderen Fällen zur Anfertigung von Steinmassen verwenden.

## Die Zinkoxyd-Chlorzinkmassen.

Das Zinkoxyd verhält sich dem Chlorzinke gegenüber in ganz ähnlicher Weise, wie sich die Magnesia gegen das Magnesiumchlorid verhält; es bildet mit denselben eine Oxychlorid-Verbindung, welche sehr rasch erhärtet und eine sehr bedeutende Festigkeit erlangt. Da die Zinkoxyd-Chlorzinkmassen in Bezug auf ihre Herstellungskosten bedeutend höher zu stehen kommen, als die Magnesiamassen, so finden sie nur beschränktere Anwendung und werden weniger zur

Anfertigung größerer steinartiger Gießmassen benützt, als zur Herstellung kleinerer Kunstgegenstände, wie z. B. von kleinen Figuren, Büsten oder von Medaillons für billigen Schmuck. Da, wie erwähnt, die Festigkeit dieser Massen eine sehr große ist und sich dieselben auch beliebig färben lassen, so empfiehlt sich die Verwendung derselben ganz besonders für künstlerische Zwecke.

Man stellt die Zinkoxyd-Chlorzinkmassen durch Vermischen von Zinkoxyd mit einer Chlorzinklösung dar und wird hierdurch stets eine ziemlich rasch erhärtende Masse erhalten, die aber, wenn man sie auf ihre Festigkeit untersucht, merkwürdige Unterschiede zeigt; während die eine Masse in ganz kurzer Zeit eine Festigkeit erreicht, welche jene des Marmors bedeutend übertrifft, nimmt eine andere selbst nach längerer Zeit nur eine Festigkeit an, welche höchstens der eines gut ausgeführten Gipsgusses gleichkommt.

Die Ursache dieses auffälligen Verhaltens liegt in der Beschaffenheit des angewendeten Zinkoxydes. Das Zinkoxyd besitzt nämlich die Eigenschaft, aus der Luft mit ziemlich großer Raschheit Kohlensäure aufzunehmen und sich zum Theile in Zinkcarbonat oder kohlensaures Zinkoxyd umzuwandeln. Dieses ist aber gegen Chlorzink indifferent und bleibt gewissermaßen als Füllkörper in der Masse, welche sich aus dem Zinkoxyde und dem Chlorzinke bildet. Wenn daher in dem sogenannten Zinkoxyde nur mehr ein kleiner Theil wirklichen Zinkoxydes vorhanden ist, indeß der größere Theil in kohlensaures Zinkoxyd übergegangen ist, so wird man stets nur eine Masse von geringer Festigkeit und Härte erlangen.

Zur Vermeidung der sich hieraus ergebenden Uebelstände und Erzielung einer Masse von stets gleichbleibender Beschaffenheit unterwerfen wir das zu verwendende Zinkoxyd stets einer vorbereitenden Behandlung und gehen hierbei in nachstehender Weise vor: Käufliches Zinkoxyd bester Qualität — das sogenannte superfeine Zinkweiß — wird fest in größere Schmelztiegel eingestampft und, nachdem die Tiegel gegen das Eindringen von Feuergasen durch einen gut

schließenden Deckel geschützt sind, der Weißglut ausgesetzt. Wenn man von den aus dem Feuer gehobenen Tiegeln den Deckel abhebt, muß der Inhalt von schön gelber Farbe erscheinen und eine ausgehobene Probe nach dem Erkalten rein weiß aussehen. Wenn die Tiegel soweit abgekühlt sind, daß ihr Inhalt höchstens mehr 40—50 Grad C. zeigt, wird derselbe in große Glasflaschen geschüttet, die man luftdicht verschlossen aufbewahrt. Durch das Ausglühen wird die letzte Spur von Kohlensäure ausgetrieben und man hat nunmehr ein sehr dichtes reines Zinkoxyd, welches durch den Einschluß in ein Glasgefäß beliebig lang gegen die Aufnahme von Kohlensäure geschützt ist.

Für viele Zwecke verwendet man auch Gemische von Zinkoxyd mit Glasmehl oder mit feingepulverten Farbstoffen und stellt diese Mischungen am zweckmäßigsten durch rasches Zusammenreiben der Pulver in einer Reibschale dar; die genügend gemischten Pulver werden entweder sofort mit der Chlorzinklösung gemischt oder bis zum Gebrauche in wohlverschlossenen Flaschen aufbewahrt. Die Mengen der Zusätze richten sich nach der Bestimmung der Gießmasse; für sehr harte und glänzende weiße Massen verwendet man auf 3 Gewichtstheile Zinkoxyd 1—1$^1/_2$ Gewichtstheil Glasmehl und ist ein Zusatz von $^1/_4$—$^1/_2$ Gewichtstheilen Glasmehl auch dann zu empfehlen, wenn man die Massen durch Zusatz von farbigen Pulvern färben will.

Die Herstellung der Gießmasse erfolgt, indem man das Zinkoxyd mit einer entsprechenden Menge von Zinkchloridlösung zu einem Brei anrührt, den man nach gehöriger Durchmischung in die Formen gießt. Man muß aber hierbei sehr rasch zu Werke gehen, denn bei Anwendung concentrirterer Lösungen von Chlorzink findet die Bildung der festen Verbindung in ungemein kurzer Zeit statt, so daß die Masse schon während des Zusammenmischens steinhart wird.

Man kann die zur Erhärtung erforderliche Zeit verlängern, wenn man nicht reine Chlorzinklösung verwendet, sondern derselben Borax zusetzt. Man verdünnt zu diesem Zwecke eine concentrirte Lösung von Chlorzink mit einer

kaltgesättigten Lösung von Borax in Wasser solange, bis die Flüssigkeit das specifische Gewicht 1·5—1·6 zeigt. Zur Herstellung der Mischung verwendet man am zweckmäßigsten eine Porzellanschale mit Ausgußschnabel, bringt in diese das Zinkoxyd, gießt rasch Chlorzinklösung hinzu, mischt mit einem flachen Spatel aus hartem Holz schnell durch und läßt unter stetem Rühren von einem Gehilfen noch soviel von der Lösung zugießen, daß ein genügend flüssiger Brei entsteht, den man sogleich in die bereitgehaltenen Formen gießt, wobei man die an der Porzellanschale haftende Masse soviel als möglich mit dem Spatel loslöst. Die noch an der Schale haftenden Rückstände können, nachdem sie erhärtet sind, abgelöst und gesammelt werden; sie lassen sich, nachdem sie gepulvert sind, recht gut als Füllmasse bei neuen Güssen verwenden. Wenn man sich die Mühe des Pulverns ersparen will, kann man diese Rückstände auch in Salzsäure lösen und erhält hierdurch wieder eine Lösung von Zinkchlorid.

Die Zinkoxychloridmassen sind in hohem Grade gegen chemische Einwirkungen widerstandsfähig und man kann sie deswegen mit Vortheil zum raschen Dichtmachen von Muffen an Röhrenleitungen, von T-förmigen Verbindungsstücken an solchen Leitungen u. s. w. verwenden. Der chemischen Indifferenz dieser Massen wegen verwendet man dieselben auch als Zahnkitt zum Ausfüllen hohler Zähne.

Zum Gusse kleiner Kunstgegenstände in halberhabener Arbeit, z. B. für Cameen, ist es am zweckmäßigsten, Gipsformen anzuwenden, welche ihrer ganzen Masse nach mit Paraffin imprägnirt sind. Die Zinkoxychloridmassen haften an solchen Formen nur lose und können sofort nach dem Erstarren durch leises Aufschlagen aus der Form gelöst werden, so daß man im Stande ist, binnen kurzer Zeit nach einer Form viele Abgüsse zu machen.

## Ferwer's Steinmassen.

Diese auch unter der Benennung »Cementmassen« in den Handel gebrachten künstlichen Steinmassen haben mit einem

Cement im eigentlichen Sinne des Wortes gar nichts gemein, denn sie bestehen ihrer Wesenheit nach aus einem Gemische von kohlensaurem Zinkoxyd mit schwefelsaurem Kalk und können möglicher Weise auch ein Doppelsalz, bestehend aus schwefelsaurem Zinkoxyd und schwefelsaurem Kalk enthalten. Der Hauptzweck, welchen man bei der Herstellung dieser Massen verfolgt, ist der, Platten von verschiedener Färbung zu erzielen, welche sich zur Anfertigung von Mosaikarbeit, namentlich dem sogenannten Florentiner-Mosaik und von Einlagen in Kunstmöbel verwenden lassen. Eine für diese Zwecke verwendbare Masse muß sich gut mit der Säge und der Feile bearbeiten und auf Hochglanz poliren lassen.

Nach den Mittheilungen Ferwer's wird eine dem Lasursteine im Aussehen gleichkommende Masse in nachstehender Weise erhalten: Man mengt 5 Theile feinst gemahlenen weißen Marmor innig mit 1 Theil blauen Ultramarin, befeuchtet die Masse mit soviel Wasser, daß sie einen Teig bildet, aus welchem man durch Auswalzen Platten von 1 Cm. Dicke herstellt. Man läßt diese Platten austrocknen und bestreicht sie mit einer gesättigten Auflösung von Zinkvitriol in Wasser, solange dies angeht, ohne daß die Platte erweicht und läßt sie abermals austrocknen. Die wieder völlig getrocknete Masse wird so in eine auf 64 Grad C. erwärmte Lösung von Zinkvitriol getaucht, daß dieselbe von unten durch Haarröhrchenwirkung durch die ganze Masse aufsteigt und dann die Platte ganz untergetaucht. Nach fünf Stunden ist selbe dann härter als Marmor (?) geworden, kann nach dem Trocknen wie dieser polirt werden und gleicht im Aussehen dem blauen Lasursteine.

Nach unseren Versuchen kommt man bei genauer Befolgung dieser Vorschrift zu keinem günstigen Ergebnisse; das trocken gewordene Gemenge aus Marmormehl und Ultramarin zerfällt wieder vollständig zu Pulver und läßt sich gar nicht gleichförmig mit der Lösung des Zinkvitrioles durchtränken. Wir haben das Verfahren mit gutem Erfolge in nachstehender Weise abgeändert: Das Gemische aus Marmorpulver und Ultramarin (oder irgend einem anderen farbigen

Pulver) wird mit einer einprocentigen Lösung von feinem Kölnerleim zu einem dicken Teig angerührt und dieser in Formen eingewalzt. Diese Formen bestehen aus starken Holzrahmen, auf deren Boden eine Spiegeltafel liegt und sind die Rahmen so hoch, daß sie über die nach oben gewendete Fläche der Spiegeltafel etwa 12 Mm. emporragen. Da sich die eingewalzte Teigmasse beim Trocknen etwas zusammenzieht, so erhält man, nachdem die Masse ganz ausgetrocknet wurde, Platten von beiläufig 1 Cm. Dicke, welche durch den Gehalt an Leim schon eine ziemlich bedeutende Festigkeit besitzen, so daß das Tränken derselben mit einer Lösung von Zinkvitriol mit keinen Schwierigkeiten verbunden ist. Die auf den Spiegelplatten ausgewalzte Masse ist vollkommen eben und glänzend und bedarf keiner Politur.

Um die Masse so hart als möglich zu machen, legt man sie solange in eine stark verdünnte Lösung von Wasserglas, bis sie damit vollgesaugt ist, läßt die Platten dann aufrecht stehend austrocknen und beseitigt die auswitternden Salze durch Abwaschen der Platten mit weichen Schwämmen. Durch diese Behandlung entsteht in den Platten Kalk- und Zinksilicat und nehmen dieselben eine sehr große Härte an. Durch das Wasserglas erhalten die Platten aber auch Glasglanz, welcher von jenem polirter Steine verschieden ist. Man kann diesen Uebelstand vermeiden, wenn man die Platten anstatt durch Wasserglas durch Einlegen in eine kaltgesättigte Lösung von Borax in Wasser härtet. Es bildet sich dann Kalkborat und Zinkborat und zeigen dann die fertigen Gegenstände beiläufig denselben Glanz, welchen polirter Marmor besitzt.

## Die Bleioxyd-Glycerinmassen.

Das Bleioxyd (die Bleiglätte des Handels) besitzt die Eigenschaft, mit dem Glycerin eine Verbindung zu bilden, welche nach einer gewissen Zeit sehr hart wird und sich für einige besondere Zwecke sehr gut verwenden läßt. Wenn man Bleioxyd mit dem dickflüssigen höchst concentrirten Glycerin,

so wie dasselbe im Handel vorkommt, mischt, so erfolgt das Erstarren der nun entstehenden Verbindung so schnell, daß es oft kaum möglich ist, die Masse noch in genügend weichem Zustande in die Formen zu bringen. Verdünnt man jedoch das Glycerin entsprechend mit Wasser, so erfolgt das Erhärten langsamer, und zwar umso langsamer, je verdünnter das Glycerin angewendet wird und je niederer die Temperatur desselben ist.

Eine Hauptbedingung für die Erzielung einer Masse von der richtigen Beschaffenheit ist die Anwendung einer ungemein fein vertheilten Bleiglätte. Die im Handel vorkommende Glätte ist zwar fein genug gemahlen, um mit Glycerin eine gut bindende Masse zu geben, letztere wird aber von viel größerer Gleichmäßigkeit, wenn man die Glätte in geschlämmtem Zustande anwendet und sind auch die mit geschlämmter Glätte dargestellten Massen härter als jene, welche mit blos gemahlener Glätte erzielt wurden.

Als die besten Mengenverhältnisse zwischen Bleioxyd, Glycerin und Wasser haben sich die folgenden erwiesen: Man mischt zuerst fünf Raumtheile höchst concentrirten Glycerines mit zwei Raumtheilen Wasser und läßt die beim Mischen ziemlich warm werdende Flüssigkeit wieder auf die gewöhnliche Temperatur erkalten. Von dieser Flüssigkeit werden für je 100 Gramm Bleiglätte 120 Cbcm. verwendet.

Das Vermengen des Glycerins mit Glätte geschieht durch Zusammenrühren beider Körper in einer Porzellanschale und wird solange gerührt, bis die Masse die Beschaffenheit eines Teiges angenommen hat. Wenn man nur mit kleinen Mengen arbeitet, knetet man diesen Teig wie einen Brotteig mit den Händen durch, bis er anfängt, zähe zu werden. Bei größeren Mengen ist das Kneten der Masse mit den Händen zu beschwerlich und ist es am zweckmäßigsten, die Masse zwischen glatten Walzen durchlaufen zu lassen, und sie so in Bänder zu verwandeln. Diese werden wieder zu einem Klumpen geballt, den man abermals zwischen den Walzen durchlaufen läßt.

In Folge dieser mechanischen Bearbeitung nimmt die Masse, während sie allmählich fester wird, eine immer größere Bildsamkeit an und wird, sobald sie beiläufig die Beschaffenheit von Glaserkitt erreicht hat, in die Formen gebracht und in diese fest eingepreßt, wo dann nach etwa zwei Tagen die Erhärtung eingetreten ist. Die aus den Formen genommenen Gegenstände zeigen, je nachdem man hellere oder dunklere Bleiglätte (sogenannte Silberglätte oder Goldglätte) angewendet hat, von fahlgelber bis zu schwach orangegelber Färbung.

Es ist aber mit keinen Schwierigkeiten verbunden, dieser Masse jede beliebige Farbe zu geben, und zwar unter Anwendung der sogenannten Anilin-(Theer-)farben, welche sich sehr leicht in Glycerin lösen. Die Lösung der Theerfarben muß in entsprechendem Verhältnisse in dem Glycerin erfolgen, daß absolut kein Theilchen des Farbstoffes ungelöst bleibt. Man erzielt dies leicht, wenn man die entsprechende Menge des Theerfarbstoffes fein pulvert und in Papierfilter bringt, welches in einem Glastrichter steckt.

Man übergießt den Farbstoff mit dem schon früher verdünnten Glycerin solange, bis aller Farbstoff gelöst und die klare Lösung durch das Papier filtrirt ist.

Die Gegenstände aus Glycerin-Bleioxyd besitzen ein hohes specifisches Gewicht und stellt man gewöhnlich nur kleinere Luxussachen aus dieser Masse dar: Cameen für billigen Schmuck, Stockgriffe, Thürknöpfe werden aus derselben angefertigt.

Besonders geeignet soll die Glycerin-Bleioxydmasse zur Fundirung solcher Maschinen sein, welche bei sehr schnellem Umlauf absolut nicht schwanken oder stoßen dürfen. Derartige Maschinen sind z. B. Schleudertrommeln, Dynamomaschinen u. s. w. Die Fundirung wird in der Weise ausgeführt, daß man um die in den Boden versenkten Theile der Maschine die frisch bereitete und schon teigig werdende Masse solange feststampft, bis sie zu erhärten beginnt. Die bessere Eignung der Bleioxyd-Glycerinmassen für Fundirungszwecke im Vergleiche mit anderen billigen Massen,

z. B. guten Cementguß soll darin liegen, daß die Bleioxyd-Glycerinmasse bei den fortwährend stattfindenden — wenn auch nicht merkbaren — Zittern der schnell laufenden Maschinen nicht rissig oder bröcklich wird, was bei Cementguß, wenn ihm nicht eine verhältnißmäßig lange Zeit zum Erhärten gegeben wird, allerdings der Fall sein kann.

Durch das Zumischen von Füllkörpern — Sand, Glaspulver, Marmorpulver u. s. w. — kann man die Glycerin-Bleioxydmassen allerdings leichter und billiger machen, aber nur auf Kosten der Festigkeit; indem diese Masse beiweitem keine so große Beimischung an fremden Substanzen zuläßt, als dies z. B. bei guten Cementmassen der Fall ist.

## Gefärbte Kunststeine.

Die Kunststeine, von welchen hier die Rede sein soll, sind keine aus irgend einem abbindenden Körper (Cement, Gips u. s. w.) und Füllstoffen hergestellten Massen, sondern natürlich vorkommende Gesteine, welchen durch gewisse Behandlung ein Aussehen ertheilt wird, welches jenem anderer edler Steinarten ähnlich ist. Das hauptsächlichste Materiale, welches gegenwärtig zu diesem Zwecke verwendet wird, ist weißer oder nur schwachgrau geaderter weißer Marmor. Durch die Einführung der mechanischen Hilfsmittel in den Marmorwerken, Dampfsägerei und Dampfschleiferei ist der Preis dünner geschliffener Marmorplatten ein sehr billiger geworden und verwendet man derartige Platten häufig zur Herstellung von Nachahmungen von Platten kostbarer Gesteine, wie Giallino, Verde antico, schwarzem Marmor u. s. w.

Selbst der dichteste Marmor zeigt einen ziemlich hohen Grad von Porosität und braucht man ein Marmorstück nur durch eine gewisse Zeit in Wasser zu legen, um die Wahrnehmung zu machen, daß der Stein bis zu einer Tiefe von 2—3 Mm. feucht wird. Auf diese Porosität des Marmors gründet sich das Färben desselben und wird letzteres auf zweifache Weise ausgeführt: entweder dadurch, daß man in dem

Marmor eine farbige chemische Verbindung erzeugt, oder daß man ihn geradezu mit einem gelösten Farbstoff imprägnirt. Das erstgenannte Verfahren ist entschieden das werthvollere, indem die in dem Steine selbst erzeugten Farben beim Aussetzen des Marmors an Licht und Luft unveränderlich sind und so tief eingedrungen sind, daß man sogar den Stein leicht überschleifen kann, ohne die Färbung wegzunehmen. Die blos durch Imprägniren des Marmors mit den Lösungen von Farbstoffen hergestellten Farben zeigen eben die Eigenschaften aller dieser Farbstoffe: Wenn man sie der Einwirkung des Lichtes und der Witterung aussetzt, findet bald ein Verblassen der Farbe statt.

Das Färben des Marmors in der richtigen Weise ist eine Arbeit, welche durchaus nicht rein technischer Natur ist, sondern stets eine gewisse Kunstfertigkeit des Arbeiters voraussetzt. Derselbe muß im Stande sein, die Adern, Flecken und sonstigen Zeichnungen auf der Steinplatte in solcher Weise hervorzubringen, daß die färbige Platte nicht wie bemalt, sondern wirklich wie farbiger Marmor aussieht. Am besten ist es in dieser Beziehung, sich an Vorlagen zu halten, welche aus schön gezeichneten Stücken von natürlichem Marmor bestehen. Um die farbigen Zeichnungen nicht scharf abzugrenzen, sondern allmählich in die Grundfarbe des Gesteines übergehen zu lassen, wie man dies am geschliffenen bunten Marmor wahrnimmt, braucht man nur an jenen Stellen, an welchen das Verlaufen der Färbung stattfinden soll, immer dünnere Lösungen anzuwenden.

Die Färbung unter Anwendung von Körpern, welche als farbige Niederschläge in den Poren des Marmors enthalten sind, wird etwa in folgender Weise anzuführen sein. Für Gelb: Man tränkt jene Stellen, welche gelb erscheinen sollen, mit einer Lösung von Bleizucker und bemalt, nachdem diese trocken geworden ist, mittelst einem feinen Häarpinsel die betreffenden Stellen mit einer Lösung von doppeltchromsaurem Kali in Wasser. Es bildet sich dann Chromgelb und entsteht dann eine gelbe Zeichnung auf dem Marmor. Die Lösung des doppeltchromsauren Kali soll

ziemlich verdünnt angewendet werden; Stellen, welche tiefer gelb gefärbt erscheinen sollen, werden wiederholt mit der Lösung behandelt. Ein sehr schönes, aber auch kostspieligeres Gelb läßt sich herstellen, wenn man den Marmor, welcher aber in diesem Falle ganz frei von Eisenverbindungen sein muß, mit einer Lösung von Schwefelleber in Wasser tränkt und dann mit einer Lösung von Cadmiumvitriol bemalt. Es entsteht dann in dem Marmor Schwefelcadmium, die unter dem Namen Indischgelb bekannte prachtvoll gelb gefärbte Malerfarbe.

Gelb kann ferner noch hergestellt werden mit einer Lösung von Auripigment in Aetzammoniak, eine Lösung von Pikrinsäure oder Gummigutti in Alkohol.

Roth wird erhalten durch Beizen des Steines mit einer Lösung von Zinnsalz und nachheriger Behandlung mit einer alkoholischen Lösung von Drachenblut oder einer Abkochung von Cochenille. Dunkelroth erzielt man durch Auftragen einer Lösung von doppeltchromsaurem Kali und Uebermalen mit einer Lösung von Höllenstein in Wasser (1:20). Mit diesen beiden Farben lassen sich prachtvolle Nachbildungen des »rosso antico« herstellen.

Grün wird durch Behandeln mit einer Grünspanlösung erhalten; besonders schön erhält man die Färbung auf folgende Art: Destillirter Grünspan wird mit Wachs zusammengeschmolzen und die Masse auf jene Stellen der Steine gebracht, welche gefärbt werden sollen. Durch ein über die Masse gehaltenes heißes Eisen bringt man sie wieder zum Schmelzen und erhält nach Entfernung der nicht eingedrungenen Masse den Stein in der Färbung des verde antico.

Braun wird durch Bestreichen des Steines mit einer Lösung von Kaliumpermanganat (übermangansaures Kali) und nach dem Trocknen durch Behandeln mit einer Zuckerlösung erhalten.

Blau stellt man durch Behandeln mit Eisenvitriol und dann mit rothem Blutlaugensalz dar oder durch Auftragen von Indigocarminlösung.

Grau bis Schwarz: Behandeln mit sehr verdünnten Lösungen von salzsaurem Anilin für Grau, mit concentrirteren für Schwarz und dann mit einer Lösung von Schwefelkupfer in Ammoniak oder durch Behandeln des Steines mit einer Abkochung von Galläpfeln, der man etwas Blauholzextract zugesetzt hat und dann mit Eisenvitriol.

## Das Färben von Achaten.

Die Achate bestehen aus Kieselsäure, und zwar gewöhnlich aus abwechselnden Lagen krystallisirter und amorpher Kieselsäure und erscheinen die einzelnen Schichten meist verschieden gefärbt. Achate, welche aus weißen und schwarzen Bändern zusammengesetzt sind, die sogenannten Onyxe, werden häufig zur Anfertigung von Kunstwerken, namentlich von Cameen, verwendet. Achate, welche bandförmige Streifen von weißer, rother, brauner und violblauer Farbe zeigen, finden vielfach Anwendung zur Anfertigung von Schmuckgegenständen und hat sich an manchen Orten ein besonderes Gewerbe gebildet, welches sich mit der Verarbeitung von Achaten befaßt.

Schönfarbige Achate sind selten und daher theuer; Achate mit unscheinbarer Zeichnung — meist weiß und grau kommen aber in größeren Mengen an verschiedenen Orten vor und werden z. B. aus Brasilien in Form von gerundeten Geschieben, welche oft die Größe eines Menschenkopfes besitzen, in den Handel gesetzt. Durch geeignete Behandlung ist es nun möglich, diesen unscheinbar gefärbten Steinen ein prachtvolles Ansehen zu ertheilen, wodurch sie die Farben der schönsten Achate erlangen.

Die Behandlung besteht darin, daß man die Steine zuerst in Platten zersägt und diese der Einwirkung von Chemikalien unterwirft, welche die löslichen Stoffe wegnehmen, so daß die Steine genügend porös werden, um dann Farbstoffe aufzunehmen. Man beginnt damit, daß man die Steine lose in Steinzeuggefäße schichtet, letztere mit concentrirter Salpetersäure füllt und 8—14 Tage

bedeckt stehen läßt. Es löst sich in der Säure hauptsächlich das Eisenoxyd und wird organische Substanz zerstört. Die aus der Säure genommenen Steine werden wiederholt mit Wasser behandelt, getrocknet und ausgeglüht.

Die nächste Arbeit besteht in dem Beizen der Steine mit einer Lösung von Aetznatron in Wasser (1 Aetznatron auf 10 Wasser), welche ebenfalls 8—14 Tage andauern soll. Durch das Aetznatron wird namentlich die nicht krystallisirte (amorphe) Kieselsäure angegriffen und zum Theile gelöst. Nachdem die Steine durch Waschen mit Wasser von der Natronlauge getrennt und scharf getrocknet werden, sind sie zum Färben vorbereitet.

Das Färben geschieht durch Beizen der Steine und nachfolgendem Ausfärben. Man beizt z. B. mit Eisenchloridlösung, trocknet und behandelt dann mit Aetzammoniak. Es bildet sich dann in jenen Theilen, welche Eisenchlorid aufgenommen haben, schön rothbraun gefärbtes Eisenhydroxyd. Beizt man mit Eisenchlorid und behandelt dann mit rothem Blutlaugensalz, so ergiebt sich blau u. s. w. Der Hauptsache nach erfolgt das Färben der Achate in derselben Weise, wie dies beim Färben des Marmors angegeben wurde.

Besonders häufig werden jetzt Achate mit den Lösungen von Theerfarbstoffen gefärbt und werden mit letzteren sogar Farben hergestellt, welche an natürlichen Achaten gar nie vorkommen, z. B. Grün. Es ist dies ein Mißgriff, den man vermeiden sollte und soll man beim Färben von Achaten bestrebt sein, den Steinen nur jene Farben zu geben, welche man an schönen geschliffenen Achaten beobachtet.

## Die Korksteine.

Die Verbindung der Begriffe Kork und Stein zu einem gemeinsamen hat eigentlich etwas Widersinniges, indem die Eigenschaften beider Körper so ungemein verschiedene sind. Nachdem das Wort Korkstein aber einmal in den Sprachgebrauch übergegangen ist, wollen wir dasselbe auch hier beibehalten.

Als Korksteine bezeichnet man Massen, welche aus zerkleinertem Kork bestehen, welcher durch irgend ein Bindemittel zu einer festen Masse zusammengehalten wird. Als Bindemittel kann man Cement, Thon, Kalk, kohlensauren Kalk und Wasserglas, allenfalls auch Magnesia-Oxychlorid oder auch gewöhnlichen Gips anwenden. Es handelt sich eben nur darum, die Korkstückchen so fest zu verbinden, daß sich aus der Masse, solange sie noch feucht ist, Prismen herstellen lassen, welche die Form gewöhnlicher Mauerziegel oder Gewölbeziegel besitzen.

Das Hauptmateriale zur Darstellung der Korksteine, der Kork — bekanntlich die von der gewöhnlichen Holzsubstanz in ihrem Bau abweichende Rinde der Korkeiche — wäre viel zu theuer, um unmittelbar für unsere Zwecke verwendet zu werden; man kann für diese nur die Abfälle verwenden, welche sich bei der Verarbeitung des Korkes zu Stöpseln u. s. w. ergeben; auch gebrauchte, gebohrte Flaschenkorke, kurz jeder Korkabfall ist brauchbar. Der Kork wird gemahlen oder richtiger in kleine Stücke gerissen und geschieht dies mit Maschinen, an welchen das Zerreißen der Korke durch grobgezahnte Sägeblätter oder durch Scheiben, welche nach Art einer sehr groben Raspel mit spitzigen Vorsprüngen besetzt sind, bewirkt wird.

Der Kork gehört zu jenen Körpern, auf welchen sich, wenn sie feucht sind, Schimmelpilze mit überraschender Schnelligkeit entwickeln. Es könnte dies zur Folge haben, daß feuchtgewordene Korksteine sich sehr bald mit förmlichen Schimmelrasen überdecken und den Schimmel auf andere Gegenstände übertragen. Man muß daher die zu kleinen Stücken zerrissene Korkmasse vor der Verarbeitung von allen lebenden Organismen befreien und geschieht dies am einfachsten dadurch, daß man sie einen Augenblick einem heißen Luftstrom von 140—150 Grad C. aussetzt. Bei dieser Temperatur werden nicht nur alle Schimmelpilze, sondern überhaupt alle Lebewesen und ihre Keime sicher vernichtet.

Man kann, wie angegeben, jeden rasch abbindenden Körper als Bindemittel für die Korkmasse verwenden; es

haben sich aber jene Massen als die besten erwiesen, in welchen neben Kork noch einige Procente trockener Thon und gelöschter Kalk vorhanden sind und in denen die Bindung mit Wasserglas (sonach durch Kalksilicat) erfolgt. Um der Masse noch mehr Zusammenhang zu verleihen, mischt man ihr Haare oder Hanf, zerfaserte Stricke u. s. w. bei.

Kork, Thon, zu Staub gelöschter Kalk und die Haare (Hanf) werden in großen Mischapparaten trocken gemischt und unter fortwährender Bewegung das stark verdünnte Wasserglas zugefügt. Die Masse wird dann in eiserne Formen gebracht und bis zum vollständigen Erhärten einem starken Drucke ausgesetzt.

Die auf diese Weise dargestellten Korksteine zeichnen sich durch ein im Verhältniß zu ihrem Volumen ungemein geringes Gewicht aus und werden dieser Eigenschaft wegen zur Herstellung von Scheidewänden, welche keine besonders starke Unterstützung haben, häufig verwendet. Sie zeigen aber noch andere Eigenschaften, welche ihnen eine bleibende Verwendung für gewisse bauliche Zwecke sichern. Die Korksteine sind nämlich als der Hauptsache nach aus einer Art von Holzsubstanz bestehend, ungemein schlechte Wärmeleiter und können daher in ausgezeichneter Weise als Wärme-Isolatoren benützt werden. Man kann einen Korkstein an einer Flamme langsam verkohlen, ohne daß man am anderen Ende eine starke Erwärmung wahrnimmt. Auch die verhältnißmäßig große Feuersicherheit der Korksteine ist geradezu überraschend; neben einer aus Korksteinen von der Größe gewöhnlicher Mauerziegel erbauten Wand kann ein mächtiges Feuer angezündet werden und fast eine Stunde lang fortbrennen, ehe die Wand zerstört wird. Ein eigentliches Brennen der Korkmasse mit Flamme findet überhaupt nicht statt, der Kork wird zuerst verkohlt und glüht dann im Innern der Masse langsam fort.

Um aus Korksteinen Gebäude aufzuführen, verwendet man zur Verbindung der einzelnen Stücke einen Korksteinmörtel, welcher aus denselben Bestandtheilen besteht, wie

die Korksteine selbst; der Unterschied liegt nur darin, daß man zur Anfertigung des Mörtels feiner gemahlenes Korkmehl verwendet.

Die Hauptanwendung, welche die Korksteine bis nun gefunden haben, ist außer jener als Baumateriale von sehr geringem Gewichte, die als Isolator gegen Wärme und Kälte. Auf Seeschiffen verwendet man z. B. Massen aus Korksteinen zur Isolirung der Eis- und Wasserbehälter und der Kesselräume von angrenzenden Schiffsräumen; an Brennereiapparaten umgiebt man jene Theile, welche gegen Abkühlung geschützt werden sollen, mit Korksteinen, bei den Gefrierzellen von Eismaschinen werden Korksteine als Isolatoren benützt und endlich verwendet man Korksteine zum Baue von Eiskellern und Eishäusern.

Wasserdichte Korksteine werden in der Weise hergestellt, daß man sie mit geschmolzenem Asphalt überzieht. Man schmilzt zu diesem Bedarfe das Asphalt, erhitzt es ziemlich stark, damit es den gehörigen Grad von Dünnflüssigkeit erlange und taucht die Korksteine mit der Fläche, welche mit den nassen Körpern in Berührung kommen soll, z. B. mit dem Eise in einem Eishause etwa 2 Cm. tief in das Asphalt ein. Es wird vielfach empfohlen, die Verbindung der Korksteine für Eishäuser ganz unter Anwendung von Asphalt auszuführen, was allerdings zweckmäßig aber auch kostspieliger ist, als wenn das Aufmauern mit Korksteinmörtel geschieht. Man kann daher den Zweck der vollständigen Verbindung der Korksteine zu einer wasserdichten Masse auch dadurch erreichen, daß man nach der Fertigstellung des Baues die asphaltirten Flächen mit glatten stark erhitzten Eisenplatten unter Anwendung eines gewissen Druckes überfährt; das Asphalt schmilzt dann theilweise und wird so in die Fugen zwischen den einzelnen Korksteinen gestrichen, daß eine ganz glatte Asphaltfläche entsteht, welche vollständig wasserdicht ist.

Die große Rauhheit, welche die Oberfläche von Korksteinziegeln besitzt, gestattet übrigens auch die Befestigung eines verhältnißmäßig sehr dünnen Anwurfes aus irgend

einem rasch abbindenden Materiale. Die Schichten des letzteren brauchen in diesem Falle nicht viel dicker zu sein, als etwa 10 Mm. Es lassen sich auf diese Weise Korksteinmassen mit gewöhnlichem Portland-Cement, mit Gips oder Stucco überziehen und kann man die Flächen dann entweder poliren oder mit Tapeten bekleiden. Durch den Ueberzug mit Gips oder Cement wird auch die Widerstandsfähigkeit der Korksteinmassen gegen Feuer sehr bedeutend erhöht und ist es wegen der Leichtigkeit des ganzen Baues möglich, einen großen Raum, welcher sich in einem der Obergeschoße eines Hauses befindet, in eine größere Zahl von Gemächern abzutheilen, ohne daß es nothwendig wäre, die Decke des unterhalb befindlichen Raumes besonders zu verstärken.

Wegen der überraschend großen Isolirfähigkeit der Korksteine gegen Wärme dürften sich dieselben auch ganz besonders zur Errichtung von Bauwerken in den Tropen und für den Bau von Schutzhäusern auf hohen Gebirgen eignen.

## Kunststeinmassen nach Loew.

Nach dem von Oscar Loew in München angegebenen Verfahren werden Kunststeinmassen hergestellt, bei welchen als Bindemittel unlösliche Harzseifen und bei manchen auch noch Kohlenwasserstoffverbindungen von hohem Siedepunkte angewendet werden; außerdem ist noch hervorzuheben, daß Loew ganz besonders die Benützung von Straßenstaub als Füllkörper empfiehlt, und unter Anwendung dieses Körpers ganz besonders harte Massen erzielt werden sollen. Was den Straßenstaub betrifft, besteht derselbe bekanntlich aus dem Pulver jener Gesteine, welche zur Beschotterung der Straßen verwendet werden und ist die große Härte der mit diesem Staube dargestellten Kunststeine wohl auf den Umstand zurückzuführen, daß die einzelnen Theilchen der Staubmasse eine sehr geringe Größe besitzen und es Erfahrungssache ist, daß abbindende Massen umso fester werden, je feiner sie gemahlen sind. Es tritt dies ganz

besonders bei den gewöhnlichen Cementen hervor, bei welchen man alle nur überhaupt verfügbaren Mittel anwendet, um sie in das feinste Mehl zu verwandeln.

Die Harzseife, welche in den Loew'schen Kunststeinen als Bindemittel wirkt, ist eine Kalkharzseife. Wenn man Aetzkalk mit Harz erhitzt, so verbinden sich beide Körper sehr leicht miteinander, indem das Harz den Charakter einer Säure, der Kalk jenen eines sehr stark basischen Körpers besitzt. Reine Kalkharzseife ist ein Körper von weißer oder gelblicher Farbe, welcher eine ziemlich bedeutende Härte besitzt.

Welche Mineralien man als Füllstoff benützt, hängt von der Bestimmung ab, welche der herzustellende Kunststein hat; man kann Sand, Thon, ungebrannten Gips, Kalksteinpulver und den Straßenstaub anwenden. Der zu verwendende gebrannte Kalk muß in frisch gebranntem Zustande, und zwar in Form eines sehr feinen Pulvers angewendet werden und muß auch das Harz zu feinem Mehle gemahlen werden. Als Harz wendet man das gewöhnliche Fichtenharz an und ist das amerikanische Fichtenharz seiner hellen Farbe wegen besonders zur Herstellung von Kunststeinen geeignet, welche hellfarbig sein sollen.

Die einzelnen auf das Feinste gemahlenen Materialien werden in Mischtrommeln auf das Innigste gemengt und die Pulver in Formen gestampft, in welchen man sie einer Temperatur von etwa 150—160 Grad C. solange aussetzt, bis man annehmen kann, daß die ganze Masse auf diese Temperatur erwärmt sei. Bei diesem Wärmegrade findet dann die Bildung der Kalkharzseife statt und kann man der Masse noch dadurch eine bedeutend größere Festigkeit ertheilen, daß man sie in heißem Zustande einem starken Drucke aussetzt.

Das Erhitzen der Masse muß übrigens nicht unbedingt in den Formen selbst geschehen; man kann auch in der Weise arbeiten, daß man die Masse in rotirenden Trommeln auf die angegebene Temperatur erhitzt und dann formt. Die soeben entstandene Kalkseife besitzt nämlich in heißem

Zustande eine noch weiche Beschaffenheit, so daß die ganze Masse einen zähen Teig bildet, den man in die Formen füllt, feststampft und erkalten läßt. Damit die Masse in Berührung mit den kalten Formen nicht ihre Bildsamkeit verliere, müssen die Formen auf eine mindestens 100 Grad C. betragende Temperatur erhitzt werden.

Wenn man Farbstoffe anwendet, welche durch die Einwirkung des Aetzkalkes nicht verändert werden, kann man die Steinmasse auch beliebig färben und lassen sich daher aus denselben Nachahmungen von Marmor und anderen Gesteinen darstellen. Wir lassen nachstehend einige Vorschriften über die Zusammensetzung der verschiedenen Kunststeinmassen nach Loew folgen und bemerken zu denselben, daß sich die angegebenen Gewichtsmengen — soweit sie auf die Füllkörper Bezug haben — innerhalb ziemlich weiten Grenzen abändern lassen.

Platten für Fußwege:

| | |
|---|---|
| Straßenstaub | 78 |
| Kalk, gebrannt | 5 |
| Colophonium (Harz) | 17 |

Masse für Röhren:

| | |
|---|---|
| Feiner Sand | 40 |
| Kalksteinpulver | 20 |
| Thon | 16 |
| Kalk, gebrannt | 4 |
| Colophonium | 20 |

Masse für künstliche Steine:

| | gelblich | dunkelgrau | roth |
|---|---|---|---|
| Feiner Sand | 80 | 60 | 64 |
| Straßenstaub | — | 18 | 12 (Kreide) |
| Kalk, gebrannt | 4 | 4 | 4 |
| Colophonium | 17 | 18 | 18 |
| Zinnober | — | | 2 |

Anmerkung. An Stelle des Zinnobers, welcher einer der kostspieligsten rothen Mineralfarben ist, läßt sich mit dem gleichen Erfolge Minium, Chromroth oder gepulverter Rotheisenstein, sowie Engelroth (Caput mortuum) verwenden.

### Masse für künstlichen Marmor:

| | weiß oder schwächgelb | meergrün | fleischfarbig |
|---|---|---|---|
| Grober weißer Sand . | 30 | 28 | 28 |
| Kreide . . . . . . . | 42 | 42 | 42 |
| Ultramarinblau . . . | — | 2 | 1 |
| Zinnober . . . . . . | — | — | 1 |
| Kalk, gebrannt . . . | 4 | 4 | 4 |
| Colophonium . . . . | 24 | 24 | 24 |

Bezüglich dieser Vorschriften ist zu bemerken, daß grober Sand gewiß nicht zur Herstellung einer dem Marmor ähnlichen Masse taugt, sondern vielmehr für eine solche nur sehr fein gemahlene weiße Mineralien geeignet sind, wie z. B. das Pulver von sehr hellgrauem Kalkstein oder noch besser von weißem Marmor. Was die Farben betrifft, gilt das oben Gesagte und kann neben den dort genannten auch Chromgelb und grünes Ultramarin verwendet werden.

Die Kosten, welche die Anfertigung der Loew'schen Kunststeine verursacht, sind mit Bezug auf die verwendeten Stoffe sehr geringe; da aber die Massen auf verhältnißmäßig hohe Temperaturen erhitzt werden müssen, wird es angezeigt sein, solche Steine nur an solchen Orten zu fabriciren, an welchen Brennmaterial zu billigen Preisen beschafft werden kann.

---

## XV.

# Die feuerfesten künstlichen Steine.

Materialien, welche durch lange Zeit hohen Temperaturen ausgesetzt werden können, bezeichnet man, wenn sie sich hierbei nicht verändern, als absolut feuerfeste Körper. Mit Rücksicht auf den gegenwärtigen Stand der Technik, welche häufig von sehr hohen Temperaturen Gebrauch macht, ist die Darstellung wirklich feuerfester Massen von so großer Wichtigkeit geworden, daß sie sich nicht nur zu einem selbstständigen Gewerbe ausgebildet, sondern dieses sich sogar in einzelne Zweige getheilt hat; es giebt bekanntlich Fabriken, welche sich ausschließlich mit der Anfertigung feuerfester Bausteine befassen, während in anderen ebenso ausschließlich feuerfeste Schmelztiegel dargestellt werden.

In neuerer Zeit hat der Begriff »feuerfest« eine sehr große Einschränkung erfahren, und zwar ist die Einschränkung von dem Zeitpunkte an zu rechnen, in welchem man angefangen hat, sich der Wärme, welche der elektrische Lichtbogen entwickelt, zu bedienen, um gewisse Körper zum Schmelzen zu bringen. Diese Anwendung der Elektricität hat zur Errichtung der elektrischen Oefen geführt und werden diese gegenwärtig schon in größtem Maßstabe zur Darstellung von Aluminium, Magnesium, Carborundum, Calciumcarbid u. s. w. verwendet.

Die Temperatur des elektrischen Lichtbogens ist eine so hohe, daß Platin, welches bis nun nur in der Flamme des Knallgasgebläses zum Schmelzen gebracht werden kann, zum Sieden und Verdampfen gebracht wird. Körper, welche in unseren Oefen als unschmelzbar erklärt werden müssen, wie z. B. die reine Thonerde, die Magnesia, schmelzen im elektrischen Ofen wie Glas. Wir kennen zwar noch jetzt einige Körper, welche wir auch durch Elektricität nicht zu schmelzen im Stande sind, wie z. B. den Kohlenstoff und

das Osmiummetall; nach den bisher aber über die Wirkung der Elektricität gemachten Wahrnehmungen scheint es uns sehr wahrscheinlich zu sein, daß es gelingen werde, elektrische Ströme von solcher Stärke herzustellen, um mit denselben alle Körper ohne Ausnahme zu schmelzen.

## Feuerfeste Massen für elektrische Oefen.

Bis nun besteht die feuerfeste Masse, aus welcher man elektrische Oefen errichtet, ausschließlich aus Kohlenstoff und wendet man letzteren in Form des Minerales Graphit oder in Form des sogenannten Retortengraphites, welcher sich an den Wölbungen der Leuchtgasretorten abscheidet oder endlich auch in Form von Steinkohlenkokes an. Gewöhnliche Holzkohle wird aus dem Grunde nicht verwendet, weil sie theurer ist, als die anderen hier genannten Arten der Kohle.

Die Zubereitung der Kohle für die Zwecke der Herstellung elektrischer Oefen erfolgt in der Weise, daß man den Graphit, beziehungsweise die Kokes in ein feines Pulver verwandelt, dieses mit einem Bindemittel zu einem bildsamen Teig anrührt, mit welchen man einen aus feuerfesten Steinen hergestellten Bau auskleidet. Gewöhnlich giebt man demselben die Form eines Schmelztiegels, in welchem die zu schmelzenden Körper der Einwirkung des elektrischen Lichtbogens ausgesetzt werden. Als zweckmäßigstes Bindemittel für das Kohlenpulver hat sich sehr dünner Stärkekleister erwiesen; derselbe wird beim Anheizen des Ofens in der Weise zersetzt, daß von ihm nichts hinterbleibt als reiner Kohlenstoff.

Da es sich in einem elektrischen Ofen darum handelt, die zu bearbeitende Masse gegen Abkühlung von außen zu schützen, so muß man der aus Kohle bestehenden Ausfütterung des Ofens eine größere Dicke geben, um durch die Kohle selbst die Isolirung herbeizuführen. Gewöhnlich wird zwischen das Mauerwerk und den Kohlentiegel noch feiner Quarzsand eingestampft. Nach der Herstellung des elektrischen Ofens muß derselbe solange sich selbst überlassen

bleiben, bis die Kohlenmasse vollständig trocken geworden ist und ist dann der Ofen noch vorsichtig mit Holzkohle anzuheizen, damit die letzten Spuren von Feuchtigkeit vertrieben und die Stärke zersetzt wird. Erst dann kann der Ofen für elektrische Zwecke in Gebrauch genommen werden.

Bevor man einen Graphit oder Kokes zur Darstellung der Kohlefütterung für elektrische Oefen überhaupt in Gebrauch nehmen kann, muß das Material auf seine Eignung zu diesem Zwecke geprüft werden. Manche Graphitsorten und die Kokes mancher Steinkohlen enthalten nämlich so bedeutende Beimengungen von Mineralkörpern, namentlich Eisenoxyd, Kalk- und Magnesiaverbindungen und Kieselsäure, daß diese Körper in der Hitze des elektrischen Lichtbogens in chemische Action mit dem Kohlenstoff treten würden. Es würden sich Carbidverbindungen in der Masse bilden und letztere dann beim Abkühlen des Ofens rissig werden.

Man prüft das Material auf seine Verwendbarkeit am einfachsten dadurch, daß man eine Probe desselben fein mahlt und mit Hilfe von Stärkekleister zu dünnen Cylindern formt, ähnlich jenen, welche man in den elektrischen Bogenlampen verwendet. Man verwendet die Probecylinder als Pole für den elektrischen Strom und läßt zwischen ihnen den Lichtbogen entstehen. Ist das Material für unsere Zwecke verwendbar, so verbrennen die Stäbchen nach und nach, ohne einen Rückstand zu hinterlassen; enthält dasselbe aber größere Mengen mineralischer Körper, so bilden sich Massen von schlackenartiger Beschaffenheit und muß der Graphit oder die Kokes einer Reinigung unterworfen werden.

Letztere besteht darin, daß das gepulverte Material mit concentrirter Salpetersäure behandelt, wodurch Eisenoxyd, Kalk und Magnesia gelöst und dann durch Auswaschen des Pulvers mit Wasser beseitigt werden können. Um noch vorhandene Kieselsäure zu entfernen, muß die

Masse mit starker Natronlauge gekocht und wieder mit Wasser behandelt werden.

## Feuerfeste Massen für Oefen.

Für unsere Oefen bedarf man feuerfester Massen von verschieden großer Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen. Zur Ausmauerung von Heizungen für Dampfkessel und andere durch lange Zeit in Gang zu erhaltende Feuerungen bedarf man zwar eines Materiales, welches der Weißglut vollkommen zu widerstehen im Stande ist, welches aber vor Allem eine große Festigkeit besitzt, um durch die mechanische Einwirkung beim Einwerfen von Kohle nicht zu schnell abgenützt zu werden. Außerdem müssen solche Massen hinreichende Ausdehnungsfähigkeit haben, um beim raschen Anheizen und Erkaltenlassen der Heizung nicht rissig zu werden. Wir sind in der Lage, durch die sogenannte Chamottemasse diesen Anforderungen in entsprechender Weise zu genügen.

Manche Feuerungen sind aber von solcher Beschaffenheit, daß das Material, aus welchen sie hergestellt werden, ganz anderen Einflüssen Widerstand leisten muß und ist z. B. bei jenem Material, aus welchem man die zur Darstellung des Eisens dienenden sogenannten Hochöfen herstellt, der Fall. Das Material, aus welchem ein Hochofen erbaut werden soll, muß durch sehr lange Zeiträume, die Monate und Jahre betragen, den höchsten Temperaturen, die höher als 2000 Grad C. liegen, Widerstand leisten und außerdem gegen die chemischen Einwirkungen der in dem Ofen schmelzenden Massen, Erze sammt den Zuschlägen sehr indifferent sein. Da wir in letzterer Beziehung überhaupt keinen Körper kennen, welcher dieser Anforderung in vollem Maße entsprechen würde, muß man die, den chemischen Einwirkungen am meisten ausgesetzten Theile der Hochöfen von Zeit zu Zeit erneuern.

## Die Chamotte.

Die unter diesem Namen bekannte Masse besteht ihrer Wesenheit nach aus einem feuerfesten Thon. Um einen Thon auf seine Eignung zur Darstellung von Chamotte zu prüfen, genügt es in der Regel, ihn der Temperatur auszusetzen, welche im Scharffeuerraume eines Porzellanofens herrscht. Man formt aus dem Thon Körper mit scharfen Kanten und Ecken und läßt diese Körper einen Scharfbrand im Porzellanofen mitmachen. Wenn die Probekörper nach dem Brande auch an den Kanten und Ecken nicht geschmolzen oder auch nur gesintert erscheinen, kann man den Thon, aus welchen sie dargestellt wurden, als feuerfest ansehen. Selbstverständlich darf dieser Thon keinen Kalk enthalten; letzterer würde zwar die Feuerfestigkeit nicht beeinträchtigen, aber durch seine Veränderung beim Lagern des gebrannten Thons an der Luft den Thon zur Darstellung feuerfester Massen unbrauchbar machen.

Wenn man sich die Ueberzeugung von der Verwendbarkeit des Thones verschafft hat, braucht man denselben nur in Form von etwa faustgroßen Klumpen zu bringen und diese in einem Schachtofen mit ununterbrochenem Betriebe zu brennen. Die gebrannten Thonmassen werden schließlich durch Mahlen in Kollermühlen, Desintegratoren u. s. w. in feines Mehl verwandelt und bilden dann die als Chamotte bezeichnete Masse.

Die Darstellung von Chamottemehl auf diesem Wege verursacht bedeutende Auslagen; man sucht daher in den Chamottefabriken soweit als möglich schon fertiges Chamottematerial zur weiteren Verarbeitung zu erlangen. Derartiges Material findet sich in sehr vielen Stoffen, welche in den Abfällen vorkommen. Scherben von Porzellangeschirr, Scherben von Steinzeug, Ziegelbruch aus abgetragenen Heizungen, Scherben von den Kapseln, in welchen das Porzellan gebrannt wird, bilden das Rohmaterial zur Anfertigung von Chamotte. Wie aus der Aufzählung dieser Körper

zu entnehmen ist, bestehen sie sämmtlich aus stark gebranntem, feuerfestem Thone.

Mit Hilfe dieser Körper wird Chamotte in der Weise angefertigt, daß man die Scherben und Bruchstücke zu Mehl vermahlt und dieses mit einem feuerfesten Thone innig vermischt, wobei man der Masse noch eine entsprechende Menge von Sand, der aber auch aus einem feuerfesten Körper bestehen muß, Quarzsand, zusetzen kann. Da die so erhaltene Masse sehr mager ist, d. h. wenig Bindekraft besitzt, so muß das Formen der feuerfesten Chamottesteine mit besonderer Sorgfalt vorgenommen werden.

Das Formen geschieht am zweckmäßigsten in eisernen Formen, welche mit der Chamottemasse vollgestampft werden; das Material in den gefüllten Formen wird dann noch durch Anwendung einer Presse kräftig zusammengedrückt. Man stellt die Chamottemassen gewöhnlich schon in solchen Formen dar, daß es keines Zerschlagens oder Zersägens der Stücke bedarf, um aus ihnen eine Heizung oder einen Schmelzofen zu erbauen. Man formt daher prismatische Ziegel, welche zusammengesetzt ein Gewölbe ergeben, oder nebeneinander gelegt, einen ringförmigen Cylinder, wie man ihn zur Herstellung von Schachtöfen verwendet, bilden.

Das Brennen der Chamotteziegel geschieht mit aller Sorgfalt, damit sich größere Stücke nicht verziehen und keine Ausschußwaare erzielt wird. Zum Aufbaue der Heizungen und Oefen aus den Chamottesteinen verwendet man als Mörtel gewöhnliches Chamottemehl und trachtet überhaupt, die Steine so dicht neben- und übereinander zu setzen, daß sich nur sehr schmale Fugen ergeben, welche zum Schlusse noch mit Chamottemehl, welches mit Wasser zu einem dicken Brei angerührt wurde, sorgfältig verstrichen werden, so daß der ganze Raum der Heizung oder des Schmelzofens von feuerfester Masse begrenzt ist.

## Feuerfeste Massen für Schmelzöfen.

Bevor man feuerfeste Massen von entsprechender Beschaffenheit auf künstlichem Wege darstellen lernte, wendete

man vorzugsweise Steatit, hauptsächlich aus Magnesiasilicaten bestehend, an. Die Steatite besitzen in gewöhnlichem Zustande nur eine sehr geringe Härte, werden aber durch Erhitzen bis zur Weißglut sehr hart. Außer den Steatiten, welche nicht gerade häufig in entsprechend großen Massen gefunden werden, um aus ihnen Quadern herstellen zu können, wendet man ganz besonders Quarzfels für die Erbauung von absolut feuerfesten Oefen an.

Der Quarzfels oder Quarzit besteht aus fast ganz reiner Kieselsäure, welche in der Hitze unserer Oefen vollkommen unschmelzbar ist und auch chemischen Einwirkungen, mit Ausnahme jener der schmelzenden Alkalien, gut widersteht.

Der Quarz hat den siebenten Härtegrad, und genügt die Anführung dieser Thatsachen, um eine Vorstellung von der mühevollen Arbeit zu geben, welche nothwendig ist, um aus diesem Gesteine Quadern zu formen. In England, woselbst die Eisenhochöfen wohl am längsten in Anwendung stehen, wendet man mit Vorliebe zur Erbauung von Hoch- und Schweißöfen den Stein von den Dinasfelsen im Neaththale bei Svansea in Süd-Wales an; das Gestein dieses Felsens besteht aus reinem Quarzit.

Mit den Fortschritten in der chemischen Wissenschaft gelang es endlich, auf künstlichem Wege Massen herzustellen, welche dem Dinassteine an Feuerfestigkeit nicht nachstanden, und zu deren Herstellung nicht jene schwere Arbeit nothwendig ist, welche bei der Herstellung von Quadern aus Quarzit ausgeführt werden muß. Man hat diese künstlich dargestellten Massen auch als Dinassteine oder Dinaskrystall bezeichnet und versteht unter dieser Bezeichnung gegenwärtig allgemein jede an Kieselsäure sehr reiche feuerfeste und harte Masse.

## Die Dinasmassen.

Das Material, aus welchem die künstlichen Dinasmassen angefertigt werden, ist ebenfalls aus Kieselsäure bestehend und verwendet man als solche entweder Stücke von

reinem Quarz wie man sie im Urgebirge häufig genug antrifft, oder man benützt hierfür den Feuerstein oder Flint, der in manchen Gegenden, namentlich an den Küsten von Kreidegebirgen sehr häufig vorkommt.

Quarz und Feuerstein müssen zu grobem Sand verkleinert werden. Es geschieht dies ohne Anwendung einer besonders großen Kraft, wenn man das Material vor dem Mahlen »abschreckt«. Die Steine werden zu diesem Behufe im Schachtofen glühend gemacht, und in glühendem Zustande in kaltes Wasser geworfen. In Folge der plötzlichen Abkühlung werden die Steine ungemein spröde, und zeigen in ihrem Innern unzählige feine Sprünge, so daß sie oft schon durch einen Schlag mit einem Hammer in sehr viele kleine Stücke zerspringen.

Durch das Mahlen in einem Stampfwerke oder in einer Kollermühle erhält man nunmehr einen grobkörnigen sehr scharfkantigen Sand und ist es am zweckmäßigsten, mit der Verkleinerung soweit zu gehen, daß man Körner von 2—3 Mm. Größe erhält. Um aus diesem Sande eine bildsame Masse zu erhalten, verwendet man auf 100 Gewichtstheile Sand 1 Gewichtstheil gebrannten Kalk, welchen man unmittelbar vor der Verwendung ablöscht und nur mit soviel Wasser versetzt, als überhaupt unbedingt nothwendig ist, damit man die Kalkmilch mit dem Quarzsande mengen kann. Das Mengen muß in Mischmaschinen erfolgen, damit jedes Quarzkörnchen auch von Kalk umhüllt werde.

Die so erhaltene Masse ist wenig bildsam; um sie formen zu können, muß man sie kräftig in die eisernen Formen einstampfen und in diesem einem Drucke unterwerfen, den man so hoch als möglich steigert. Die geformten Dinassteine werden sorgfältig unter Anwendung künstlicher Wärme getrocknet und dann in den Brennofen gebracht, welcher aber so gebaut sein muß, daß die in ihn eingesetzten Massen zur stärksten Weißglut gebracht werden können. Nachdem der Ofen solange angeheizt wurde, bis dieser Zustand eingetreten ist, werden alle Oeffnungen des-

selben geschlossen, und der Ofen solange sich selbst überlassen, bis sein Inhalt ganz auf gewöhnliche Temperatur abgekühlt ist, was bei großen Oefen eine Woche dauern kann.

Es ist ganz unerläßlich, das Abkühlen der Steine auf die Weise vorzunehmen, denn dadurch sichert man sich am besten gegen das Zerbrechen der Ziegelmassen. Nimmt man einen noch heißen Dinasstein aus dem Ofen und läßt ihn an der Luft rasch erkalten, so vernimmt man ein eigenthümliches Knistern, von welchem das Entstehen von Rissen in der Masse begleitet ist, und zerfällt dann meistens der Stein in eine Anzahl verschieden großer Bruchstücke. Ganz vermeiden läßt sich das Eintreten des Brechens einzelner Ziegel überhaupt nicht; die zerbrochenen Ziegel werden zerkleinert und das sich ergebende grobe Pulver als Dinasmörtel beim Zusammensetzen der Steine verwendet.

Beim Erhitzen von Quarz und Kalk bis zur Weißglut wirken die Kieselsäure und der Kalk in der Weise aufeinander, daß ein ungemein schwer schmelzbares Kalksilicat entsteht, welches als halbgeschmolzene gesinterte Masse die einzelnen Quarzkörner zu einer ziemlich festen Masse verbindet, die umso fester wird, je länger sie der Einwirkung sehr hoher Temperaturen ausgesetzt ist. Man kann die Zusammensetzung der Dinassteine auch durch verschiedene Zusätze etwas abändern, doch müssen die Zusätze immer derart sein, daß nur Silicate von höchstliegenden Schmelzpunkten entstehen.

## Dinasmasse nach Nehse.

Eine Dinasmasse, welche auf diese Weise zusammengesetzt ist, wird nach der von Nehse gegebenen Vorschrift dadurch erhalten, daß man Quarzsand mit Kaolin (Porzellanthon) und zu Pulver gelöschtem Aetzkalk trocken innig mischt, das Gemisch unmittelbar, bevor es geformt werden soll, leicht befeuchtet, in die Formen preßt und einem hohen Druck aussetzt. Nach der Vorschrift Nehse's verwendet man:

| | | |
|---|---|---|
| Quarzsand . . . . | 100 | Gewichtstheile |
| Gebrannten Kalk . . | 7—8 | » |
| Porzellanthon . . . | 3—4 | » |

und erhält hierdurch eine etwas bildsamere Masse als aus Quarz und Kalk allein. Beim Brennen derselben entsteht ein ungemein schwer schmelzbares Doppelsilicat aus kieselsaurer Thonerde + kieselsaurem Kalk. Die Nehse'schen Steine sind ebenfalls absolut feuerfest, und besitzen auch eine größere Härte als jene, welche blos mit Hilfe von Kalk dargestellt werden.

## Dinasmassen mit Wasserglas.

Zur Darstellung von Dinasmassen nach diesem Verfahren verwendet man stark gearbeitete Holzformen, welche oben offen, unten mit einem Boden versehen sind, in welchen aber eine Anzahl von Oeffnungen gebohrt sind. Der Boden ist mit vier kurzen Füßen versehen, so daß er die Fläche eines Gefäßes, in welches die Form gestellt wird, nicht berührt. Der zu verwendende Quarzsand wird mit einer etwa 5 Procent Chlorcalcium oder Chlormagnesium oder einem Gemenge beider Salze enthaltenden Lösung benetzt und in die Formen so fest als möglich eingestampft. Die Formen werden dann in ein Gefäß gestellt und dieses mit einer sehr dünnen Lösung von Wasserglas gefüllt. Letztere dringt allmählich durch die Oeffnungen im Boden der Holzform nach aufwärts durch die Sandmasse. Es vollzieht sich hierbei wieder der Vorgang, daß sich das Chlorcalcium oder Chlormagnesium mit dem Wasserglase in kieselsauren Kalk oder kieselsaures Magnesia und Chlornatrium umsetzt. Nach der vollständigen Durchtränkung der Sandmasse wird dieselbe in Folge der gallertartigen Beschaffenheit des frisch gefällten kieselsauren Kalkes oder der kieselsauren Magnesia schon ziemlich fest und kann behutsam aus den Formen genommen werden. Man läßt sie vollkommen lufttrocken werden und brennt sie dann in starker

Hitze. Die kieselsauren Salze verlieren hierbei vollständig ihr Wasser, sintern und verbinden die Sandtheile mit großer Festigkeit; das in den Steinen enthaltene Chlornatrium verflüchtigt beim Brennen vollständig aus der Steinmasse.

## Massen für feuerfeste Tiegel.

Die Angaben, welche über das Wesen der feuerfesten Massen im Allgemeinen und über Chamotte und Dinassteine im Besonderen gemacht wurden, geben schon Weisungen für die Zusammensetzung jener Massen, welche zur Herstellung von Schmelztiegel verwendet werden sollen. Neben der Feuerfestigkeit muß eine zur Anfertigung von Schmelztiegel geeignete Masse auch noch die Fähigkeit besitzen, sehr rasche Temperaturänderungen zu ertragen, ohne dadurch rissig zu werden, und so dicht sein, daß die in ihr geschmolzenen Metallmassen nicht von der Tiegelmasse aufgesaugt werden.

## Tiegel aus Thonmassen.

Zur Herstellung von Massen für Schmelztiegel wendet man daher einen feuerfesten Thon mit oder ohne Zusatz von Chamotte an und arbeitet in die Thonmasse soviel scharfkantigen Quarzsand ein, als überhaupt möglich ist, um eine noch genügend bildsame Masse zu erhalten, aus welcher dann die Tiegel, zumeist aus freier Hand geformt werden. Abgesehen davon, daß diese Art der Formgebung kostspielig und nach derselben nie Tiegel von absolut gleicher Größe erhalten werden können, hat sie auch den Nachtheil für sich, daß man die Tiegelmasse nicht fest zusammengedrückt erhält.

Für eine zweckmäßige Art der Darstellung von Schmelztiegel wendet man unbedingt eiserne Formen an, in welchen man zwischen die Außenform und den Kern die Tiegelmasse stampft und dann noch durch kräftiges Einpressen des Kernes dichtet. Auf diese Weise erhalten alle

Tiegel die gleiche Wandstärke und ist bei dieser Art der Formgebung die Entstehung von Blasen (Hohlräumen) in der Tiegelmasse fast ganz ausgeschlossen. Der letztgenannte Umstand ist für die Haltbarkeit der Tiegel von großer Wichtigkeit. Setzt man einen Tiegel, in dessen Wandung oder Boden ein oder mehrere Hohlräume enthalten sind, dem starken Feuer aus, so muß der Tiegel zu Grunde gehen. Die in den Hohlräumen enthaltene Luft nimmt nämlich in der Glühhitze eine so hohe Spannung an, daß die Tiegelwandung nicht mehr Widerstand zu leisten vermag und der Tiegel mit einem Knalle zersprengt wird.

## Graphittiegel.

Der Graphit ist ein Körper, welcher selbst unschmelzbar ist und daher einer feuerfesten Thonmasse, aus welcher Tiegel hergestellt werden sollen, beigemischt werden kann. Die Beimischung von Graphit zum Thone bringt den Vortheil mit sich, daß die Tiegelmasse bei plötzlichen Temperaturänderungen nicht leicht dem Rissigwerden ausgesetzt ist. Der Graphit ist bekanntlich ein ziemlich guter Wärmeleiter und findet in Folge dessen ein viel schnellerer Ausgleich der Innen- und Außentemperatur der Tiegelmasse statt, wenn z. B. der weißglühende Tiegel, in welchem sich ein geschmolzenes Metall befindet, aus dem Ofen gehoben wird. Da die Flächen der Graphittiegel im Gegensatze zu jenen der thönernen Tiegel sehr glatt sind, so kann man den flüssigen Inhalt eines Tiegels glatt ausgießen, ohne daß Theilchen der Masse an der rauhen Tiegelwand haften bleiben, ein Umstand, welcher besonders bei der Darstellung von Legierungen von Edelmetallen sehr in Betracht kommt.

## Magnesia-Tiegel.

Schmelztiegel, welche aus reiner Magnesia angefertigt sind, bleiben in der höchsten Temperatur unverändert und werden umso härter und fester, je öfter sie der Weißglut

ausgesetzt werden. Sie eignen sich daher ganz besonders zum Schmelzen von Nickel, Gußstahl, Ferrochrom u. s. w. und haben noch den großen Vorzug für sich, daß zwischen der Substanz des Tiegels und seinem geschmolzenen Inhalt keinerlei chemische Wechselwirkung stattfindet. Da aber nur sehr reine Magnesia diese Eigenschaft besitzt, muß man bei der Wahl der zur Anfertigung des Tiegels dienenden Materiale sehr sorgsam zu Werke gehen und muß der zur Darstellung der Magnesia dienende Magnesit ganz rein sein.

Der Magnesit wird auf das Feinste gemahlen und zur Austreibung der Kohlensäure schwach geglüht. Der größere Theil der Magnesia (beiläufig 80 Procent) wird aber der höchsten Ofentemperatur ausgesetzt, welche man überhaupt erreichen kann und hierdurch so dicht als möglich gemacht. Man mengt nunmehr 80 Theile der scharf gebrannten Magnesia mit 20 Theilen ganz schwach gebrannter auf das Innigste, vermischt sie mit nur soviel Wasser als eben nothwendig ist, um einen mageren Teig zu bilden und die Masse vor dem Zerfallen zu bewahren und preßt sie in eine eiserne Form unter sehr hohem Drucke zu Tiegeln.

Nach dem Pressen hebt man den äußeren Theil der Form ab und bestreicht die Tiegel mittelst eines großen Haarpinsels mit einer gesättigten Lösung von Borsäure in Wasser. Die Lösung wird sehr rasch eingesaugt und wiederholt man bei größeren dickwandigen Tiegeln das Bestreichen mehrere Male. Die lufttrocken gewordenen Tiegel werden vorsichtig von dem Formkern abgehoben und in einem Flammofen sehr stark gebrannt, wodurch sie eine bedeutende Festigkeit erlangen.

In der hohen Temperatur, welcher die Tiegel beim Brennen ausgesetzt werden, vereinigt sich die von der Tiegelmasse aufgenommene Borsäure mit dem Magnesia zu Magnesiaborat, welches sintert und hierdurch der Tiegelmasse eine sehr bedeutende Festigkeit liefert. Die Herstellungskosten der Magnesiatiegel sind ziemlich große; trotzdem müssen derartige Tiegel als billiger denn andere bezeichnet

werden, da man sie bei vorsichtiger Behandlung während unbegrenzter Zeit benützen kann, und selbst rissig gewordene Tiegel durch Bestreichen der Rißfläche mit Borsäurelösung, Ausfüllen der Risse mit Magnesia und neuerlichem Ausglühen wieder brauchbar gemacht werden können.

Durch zweckmäßige Anwendung des elektrischen Stromes ist es sogar möglich, Tiegel aus geschmolzenem Magnesia herzustellen, welche von außerordentlicher Festigkeit sind. Nach den Angaben der deutschen Gold- und Silberscheideanstalt geht man hierbei in folgender Weise vor: Auf einem Kohlenstücke, welches oben eine kegelförmige Erhöhung besitzt, welche die innere Gestalt des herzustellenden Tiegels besitzt, sitzt ein ebenfalls aus Kohle geformtes Rohr, welches mit Magnesiapulver gefüllt ist und oben wieder mit einem größeren Kohlenstücke bedeckt ist. Verbindet man das obere und untere Kohlenstück mit den Polen einer kräftigen Dynamomaschine, so wird durch den Leitungswiderstand in dem Kohlenrohr eine so hohe Temperatur entwickelt, daß die Magnesia schmilzt und über den entsprechend geformten Zapfen des unteren Kohlenstückes ein Tiegel aus geschmolzener Magnesia gebildet wird. Nach vollendeter Schmelzung wird der elektrische Strom abgestellt und läßt man den Tiegel in der Form vollkommen erkalten. In ähnlicher Weise kann man auch Tiegel aus geschmolzener Thonerde darstellen. In derselben Weise wie man aus scharf gebrannter Magnesia feuerfeste Tiegel anfertigt, lassen sich aus ihr auch feuerfeste Ziegel herstellen, welche man dort anwenden kann, wo selbst die beste Chamotte nicht genügend widerstandsfähig ist. Da man aber in den richtig angefertigten Dinassteinen ein Material besitzt, welches an Feuerfestigkeit und Widerstandsfähigkeit den Magnesitsteinen gleichkommt, aber viel billiger ist als diese, so dürften gegenwärtig Magnesitziegel nur ganz ausnahmsweise zur Ausfütterung von Feuerungen oder Schmelzöfen verwendet werden.

---

XVI.

# Die künstlichen Filtersteine.

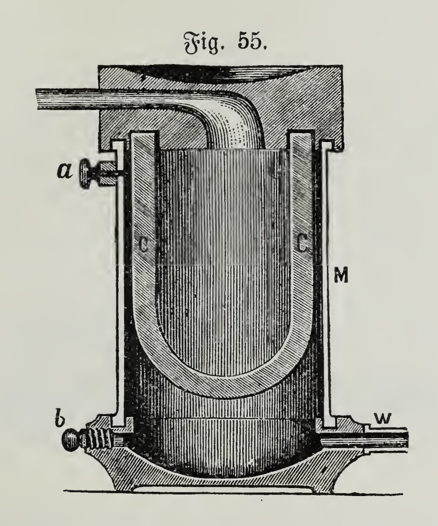
Man verwendet seit langer Zeit Steine als filtrirend wirkende Massen und benützt solche z. B. im großen Maßstabe, um trübes Wasser in klares zu verwandeln. Die Form, in welcher man die Steine hierbei in Verwendung bringt, hängt von der Menge des zu filtrirenden Wassers ab; am häufigsten sind die Schotter- und Sandfilter in Verwendung und bestehen dieselben gewöhnlich aus entsprechend großen Kästen, in welchen zu unterst grober Kies liegt, der von einer anderen Kiesschichte aber aus kleineren Steinen bestehend, überlagert wird. Auf diese Weise folgen nach oben immerfort Schichten aus feinerem Materiale und liegt zu oberst eine Schichte, welche aus dem feinsten Wellsande besteht. Das von unten eintretende trübe Wasser hinterläßt in den weiten Zwischenräumen der unteren Schotterlagen die größten in ihm schwebenden Körper und beim Abflusse oben im Wellsande die kleinsten.

Derartige Filter sind zur Vorfiltration von trübem Wasser sehr gut geeignet; sie vermögen aber nicht jenen Anforderungen zu genügen, welche man gegenwärtig an ein gutes Filter stellt, namentlich dann nicht, wenn es sich um die Filtration von Wasser für Genußzwecke handelt. Die Poren der besten Sandfilter sind nämlich viel zu groß, um die kleinen Lebewesen, welche im Wasser vorkommen, zurückzuhalten und gerade diese sind es, welche manches Wasser für Genußzwecke ungeeignet machen.

Man war daher schon seit langer Zeit bestrebt, Filter herzustellen, deren Poren eng genug sind, um auch die kleinsten festen Körper, welche im Wasser schweben, zurückzuhalten und dabei doch eine genügende Leistungsfähigkeit besitzen. Als geeignete Filtersubstanz erweisen sich in diesem

Falle gewisse feinkörnige Sandsteine, welche in entsprechende Form gebracht werden. In Fig. 55 ist das Forster'sche Sandfilter abgebildet und besteht dasselbe nur aus einem unten halbkugelförmigen abgeschlossenen Halbcylinder C aus Sandstein, dessen Durchmesser im Lichten 10 Cm. und dessen Länge 20 Cm. beträgt (selbstverständlich kann der Cylinder auch in anderen Außenmaßen hergestellt werden). Der Cylinder C ist in einem gußeisernen Deckel eingekeilt

Fig. 55.



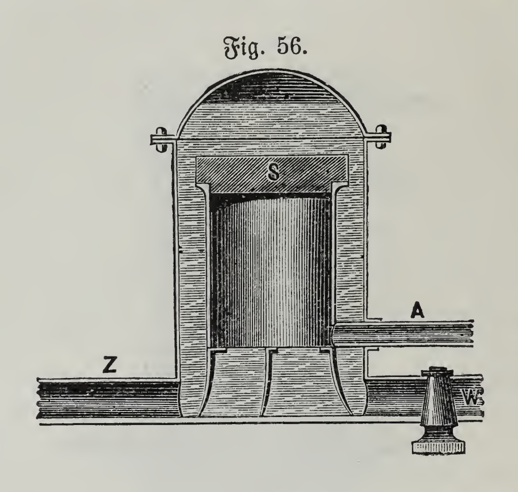

und schließt dieser einen aus Eisen gefertigten Cylinder M ab, der unten in einem eisernen Fußgestell sitzt. In Folge dieser Einrichtung kann das durch W zufließende Wasser nur abfließen, nachdem es durch die Filtersteine C gedrungen ist. Damit dies mit der genügenden Raschheit erfolge, muß das durch W eintretende Wasser unter ziemlich hohem Druck stehen.

Eine andere Filtervorrichtung, bei welcher ebenfalls Sandstein als Filtersubstanz in Verwendung kommt, ist das Trilleau'sche Filter, Fig. 56. Das Filter besteht aus zwei ineinandergestellten Gefäßen. Das innere Gefäß

von Cylinderform ist oben durch einen scheibenförmigen Sandstein S, welcher als Filter wirkt, abgeschlossen, und ist A das Abflußrohr für das filtrirende, indeß das zu filtrirende Wasser unter Druck durch das Rohr Z in das äußere Gefäß getrieben wird.

Man kann in den Filtern Fig. 55 und 56 die Sandsteincylinder, beziehungsweise die Sandsteinplatte durch eine Kunststeinmasse ersetzen und kann, wenn man mehrere

Fig. 56.

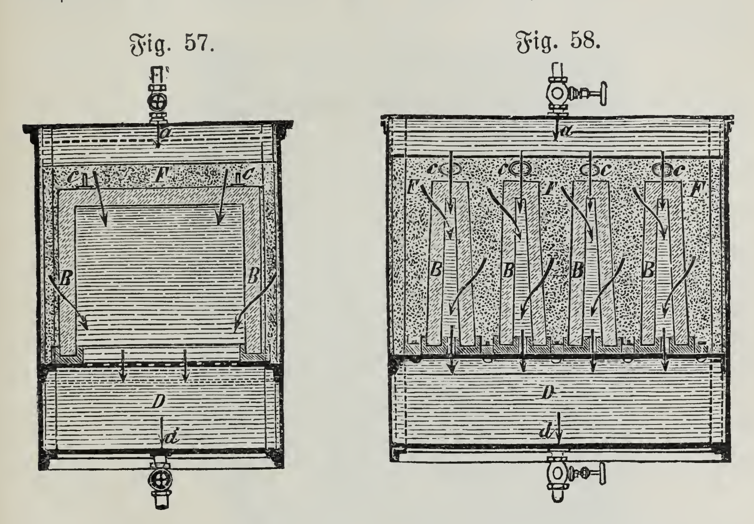



Cylinder oder Platten in Vorrath hält, durch Auswechseln der abgebrauchten Theile durch neue das Filter wieder rasch in Gang setzen. Da sich die festen Körper aus den trüben Flüssigkeiten hauptsächlich in den äußeren Schichten der Filtermasse absetzen und das Filter durch Verlegung der Poren unwirksam machen, kann man das abgebrauchte Filter leicht wieder in Stand setzen, daß man den Cylinder oder die Platte 4—5 Mm. abdreht und so die undurchlässig gewordene Schichte entfernt.

Die oben beschriebenen Filterconstructionen haben den Nachtheil, daß die filtrirend wirkenden Flächen zu klein sind, daher nur geringe Mengen Flüssigkeiten während einer gewissen

Zeit filtrirt werden können. Um größere Mengen von Flüssigkeiten filtriren zu können, wendet man daher zweckmäßigere Apparate, in welchen eine Anzahl großflächiger Filter zu einer Batterie vereinigt ist, an. Ein nach diesem Principe construirter Filtrirapparat ist der von N. Strack, angegebene und stellen die Abbildungen Fig. 57 und 58 denselben in der Vorder- und Seitenansicht dar.

Fig. 57. Fig. 58.

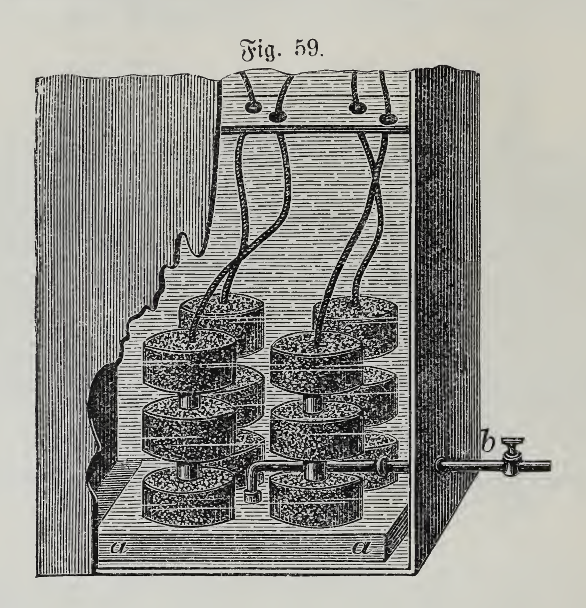



Die Filtrirsteine B, welche die Form tiefer und schmaler Kästen besitzen, sind mit der Oeffnung nach unten in eisernen Schuhen auf dem Mittelboden eines eisernen Kastens mittelst Kautschuk eingedichtet und sind oben mit Handgriffen C versehen. Die zwischen den Filterkästen befindlichen Räume F werden mit Sand oder grobem Kohlenpulver ausgefüllt. Die zu filtrirende Flüssigkeit tritt bei a in das Filter, durchströmt dasselbe in der Richtung der Pfeile gelangt nach D und strömt bei A ab.

Filter, welche nur einen sehr kleinen Raum einnehmen, dabei sehr große Leistungsfähigkeit besitzen, sind jene, bei welchen die filtrirend wirkende Substanz die Form flacher

oben und unten geschlossener Hohlcylinder besitzt (vgl. Fig. 59). In die Böden dieser Cylinder sind Rohrstücke mit Gewinden eingesetzt, so daß sich eine beliebige Zahl von Cylindern durch Zusammenschrauben zu einer Batterie vereinigen läßt. Der zu oberst stehende Cylinder wird mit einem Kautschukschlauch versehen, durch welchen die Luft

Fig. 59.




aus den Cylindern entweichen kann; der unterste ist in den Boden des Behälters a eingeschraubt. Die Cylinder sind von der zu filtrirenden Flüssigkeit umgeben; letztere dringt durch die Filter, sammelt sich in a und fließt durch das Rohr b ab.

## Die Kunststeinmassen für Filtrirzwecke.

Die zum Filtriren von Flüssigkeiten verwendeten Kunststeinmassen müssen genügende Porosität haben und

dürfen selbstverständlich keine Substanzen enthalten, welche sich in Wasser, wenn auch nur schwierig auflösen. Es müssen daher alle Vorschriften zur Herstellung von Filtermassen, in welche Gips als Bestandtheil angeführt ist, als gänzlich unbrauchbar bezeichnet werden. Der Gips löst sich nämlich ziemlich leicht in Wasser und benöthigt ein Gewichtstheil Gips nur wenig mehr als 400 Gewichtstheile Wasser zur Auflösung. Es würde daher schon genügen, durch ein Filter höchstens 10 Hktltr. Wasser zu filtriren, um aus der Filtermasse 1 Kgr. Gips aufzulösen.

Ebensowenig wie Gips darf in einer zur Anfertigung von Filter dienenden Substanz kohlensaurer Kalk in Form von Kalksteinpulver oder Kreide enthalten sein und gilt das gleiche von der kohlensauren Magnesia. Die zu filtrirenden Wässer erhalten immer Kohlensäure in Lösung; sowohl kohlensaurer Kalk als kohlensaure Magnesia lösen sich aber in verhältnißmäßig bedeutenden Mengen in kohlensäurehältigem Wasser. Ein Filter, welches diese Salze enthielte, würde nach längerem Gebrauch durch das Fortführen der kohlensauren Salze zu porös werden und den Anforderungen nicht mehr entsprechen.

Die von Steinmann zur Darstellung von Filtrirsteinen empfohlenen Mischungen haben folgende Zusammensetzung:

| | I | II | III |
|---|---|---|---|
| Thon . . . . . . . | 10 | 10 | 15 |
| Schlämmkreide . . . | 1 | 1 | 1 |
| Feuersteinpulver . . . | — | 30 | 5 |
| Feiner Glassand . . | 55 | — | — |
| Grober Glassand . . | — | 25 | 65 |

Die Bestandtheile werden innig gemischt, geformt und nach dem Trocknen scharf gebrannt. Bei scharfem Brennen einer solchen Mischung dürfte die Schlämmkreide mit der Kieselsäure ein natürliches glasiges Silicat bilden, durch welches aber die Porosität der Masse entschieden beeinträchtigt werden müßte; der Glassand (Glasmehl?) würde

bei scharfem Brennen der Masse zu Kügelchen schmelzen und wahrscheinlich auch mit dem Feuersteinpulver und der Thonmasse sich zu Silicaten vereinigen, wodurch abermals eine Beeinträchtigung der Porosität bewirkt würde.

## Herstellung poröser Thonmassen.

Wenn man Thon zur Verfügung hat, welcher vollständig frei von Kalk und Magnesia ist, so läßt sich derselbe durch geeignete Behandlung sehr gut in filtrirend wirkende Substanz verwandeln. Wir stellen eine solche Substanz in der Weise her, daß der durch Schlämmen von allen Fremdkörpern befreite Thon getrocknet und dann mit 10—15 Procent seines Gewichtes mit Holzkohlenpulver vermahlen wird. Die Mischung muß so innig als möglich hergestellt werden und macht man die trocken gemischte Masse noch dadurch gleichförmiger, daß man sie mit soviel Wasser befeuchtet, als zur Bildung eines steifen Teiges erforderlich ist und diesen dann während längerer Zeit knetet.

Die Thonmasse wird nun entsprechend geformt, je nach der Construction des Filters zu Platten oder hohlen Cylindern und diese sorgfältig getrocknet, wobei Risse, welche in der Masse entstehen, genau ausgefüllt werden müssen und schließlich bei hoher Temperatur gebrannt. Durch das Brennen, welches so geleitet werden muß, daß die in den Brennraum gelangende Luft noch freien Sauerstoff enthält, wird der durch die ganze Masse auf das Feinste vertheilte Kohlenstoff verbrannt und erhält man eine umso porösere Masse, je mehr Kohle ursprünglich angewendet wurde.

Wenn man eine Platte von etwas größerer Dicke, welche auf diese Weise hergestellt wurde, zerbricht und die Bruchfläche mit einer starken Lupe untersucht, so beobachtet man in vielen Fällen, daß im Innern der Platte die Kohle unverbrannt geblieben ist und an diesen Stellen die Masse nur eine sehr geringe Porosität zeigt. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, wenden wir zum Anmachen der aus

Thon- und Kohlenpulver bestehenden Masse nicht reines Wasser an, sondern Wasser, in welchem soviel Kalisalpeter gelöst ist, daß sein Gewicht etwa ein Fünftel von jenem des angewendeten Kohlenpulvers beträgt.

Beim Brennen einer Thonplatte, welche auf diese Weise hergestellt wurde, geschieht nun Folgendes: Der Salpeter (d. i. Kaliumnitrat oder salpetersaures Kali) zersetzt sich in der Glühhitze vollständig in Kali, Stickstoff und freien Sauerstoff. Letzterer bringt die Kohlentheilchen, welche in die Thonmasse eingeschlossen sind, zum Verbrennen und verbindet sich die entstehende Kohlensäure mit dem Kali zu Kaliumcarbonat oder kohlensaurem Kali. Letzteres ist ein Salz, welches sich in Wasser leicht auflöst und daher leicht aus der gebrannten Masse beseitigt werden kann. Man braucht die gar gebrannten Platten oder Cylinder nur in einen Bottich zu legen, mit Wasser zu übergießen, dieses nach sechs Stunden zu beseitigen und durch frisches Wasser zu ersetzen, um nach einigen Tagen alles Kaliumcarbonat aus der Thonmasse zu beseitigen.

Es giebt übrigens noch mehrere Verfahren, um Thonplatten so porös zu machen, als man sie eben haben will. Eines der einfachsten besteht darin, den Thon mit einem wasserfreien auf das Feinste gepulverten Salze trocken auf das Innigste zu mengen, die Masse dem Brande auszusetzen und dann das Salz durch systematisches Auslaugen der Masse mit Wasser zu beseitigen. Ein für diesen Zweck gut geeignetes Salz ist das Chlornatrium oder gewöhnliche Kochsalz. Dasselbe verdampft bei schwacher Rothglut sehr stark und wird daher schon beim Brennen die Thonmasse sehr porös. Wenn man auf diese Weise arbeitet, darf man aber die Hitze nicht zu stark steigern, indem man sonst ganz unbrauchbare Massen erhalten würde.

Wenn nämlich Kochsalz und Kieselsäure (Thon) bei sehr hoher Temperatur aufeinander wirken, so genügt das Vorhandensein des Wasserdampfes, welcher in den Feuergasen enthalten ist, zur Einleitung des folgenden Processes: Das Wasser wird in Wasserstoff und Sauerstoff

zerlegt; der Wasserstoff verbindet sich mit dem Chlor des Chlornatriums zu gasförmigem Chlorwasserstoff, indeß sich der Sauerstoff mit dem Natrium vereinigt, welches mit der Kieselsäure Natriumsilicat bildet. Letzteres schmilzt zu einer glasigen Masse, welche die Platten theils außen überzieht, theils im Inneren derselben bleibt und zur Folge hat, daß die Platten vollkommen undurchlässig werden.

Sehr gute Ergebnisse erhält man, wenn man den Thon mit einem Salze mischt, welches schon bei verhältnißmäßig sehr niederer Temperatur flüchtig ist. Ein Salz von dieser Beschaffenheit ist der Salmiak oder das Chlorammonium. Man mischt dasselbe trocken mit dem Thon, befeuchtet die Mischung gerade nur mit soviel Wasser, als unumgänglich zur Bildung einer plastischen Masse erforderlich ist, formt diese und trocknet sie aus. Die trockenen Platten werden auf Eisenblechen in den Brennraum gebracht und anfangs durch etwa zwei Stunden nur soweit erhitzt, daß sie noch nicht glühen. Bei dieser Temperatur verflüchtigt aller Salmiak vollständig und kann man dann durch Erhöhung der Temperatur bis znm Eintreten des Glühens der Platten die erforderliche Härte geben.

## Poröse Cementmassen für elektrolytische Zwecke.

Nach dem patentirten Verfahren von K. Ochs ist es möglich, Cementmassen von solcher Porosität herzustellen, daß dieselben für elektrolytische Zwecke verwendet werden können. Das Princip, nach welchem diese eigenartigen Kunststeine angefertigt werden, ist das folgende: Es wird dem Cemente als Füllkörper ein in Wasser löslicher Stoff zugesetzt, welcher aber mit einer in Wasser unlöslichen Substanz überzogen ist, so daß während der Zeit, welche die eigentliche Cementmasse zum Abbinden benöthigt, keinerlei Wechselwirkung zwischen Cement und Füllkörper stattfindet. Nach erfolgtem Abbinden des Cementes wird zuerst der in Wasser unlösliche Ueberzug des Füllkörpers beseitigt, und

dann durch Behandlung der Masse mit Wasser auch der in Wasser lösliche Körper entfernt. Da derselbe in sehr kleinen Stücken (Krystallen) vorhanden war, so hinterbleibt am Schlusse der ganzen Arbeit die Cementmasse in Form eines ungemein porösen Körpers, welcher für elektrolytische Zwecke, zur Herstellung sogenannter Diaphragmen u. s. w. sehr gut verwendbar ist.

Als den in Wasser löslichen Körper wendet man irgend ein leicht lösliches Salz, z. B. Kochsalz, Chlorkalium, Glaubersalz u. s. w. an und hängt es von dem Grade der Verkleinerung dieser Salze ab, ob die Cementmasse größere oder kleinere Poren erhalten soll. Um die einzelnen Krystalle des Salzes mit einer in Wasser unlöslichen Substanz zu überziehen, wird Paraffin in Anwendung gebracht. Man schmilzt zu diesem Zwecke Paraffin, erwärmt es nur ganz wenig über seinen Schmelzpunkt und taucht das in einem engmaschigen Sieblöffel liegende trockene Salz unter die Oberfläche des geschmolzenen Paraffins. Der Löffel wird dann ausgehoben, das überschüssige Paraffin durch Abtropfenlassen beseitigt und erscheinen nun die Salztheilchen mit einer dünnen Hülle von Paraffin überzogen und dadurch in Wasser unlöslich.

Das in dieser Weise vorbereitete Salz wird nun ganz in derselben Weise mit Cementpulver gemengt, wie dies mit jedem anderen Füllkörper geschieht, das Gemisch dann mit Wasser zu Brei angerührt und in die Form von Platten, hohlen Prismen oder Cylindern gegossen. Nachdem der Cement vollständig abgebunden hat und trocken geworden ist, wird zuerst die Paraffinhülle von den Salzkrystallen entfernt. Es geschieht dies dadurch, daß man die Gegenstände durch entsprechend lange Zeit einer etwas höheren Temperatur aussetzt, als der Schmelzpunkt des angewendeten Paraffins beträgt. Das geschmolzene Paraffin wird von den feinen Poren der Cementmasse aufgesaugt und die Salzkrystalle in Folge dessen freigelegt. Wenn man nunmehr die Gegenstände in Wasser bringt, so wird von diesem von außen nach innen fortschreitend die Salzmasse auf-

gelöst und wird man das Wasser so oft zu wechseln haben, bis dasselbe nichts mehr aufnimmt und schließlich nur mehr die sehr poröse Cementmasse hinterbleibt.

An Stelle des Paraffins können auch andere in Wasser unlösliche Stoffe verwendet werden, um die Salze mit einer in Wasser unlöslichen Schichte zu umgeben. Man könnte zu diesem Behufe auch Vaselin oder Paraffinöl, Harz oder Fett verwenden und anstatt diese Körper aus der Masse durch Erhitzen zu entfernen, dieselben durch Auslaugen mit Benzin wieder gewinnen. Setzt man die erhärtende Cementmasse dann in ein mit Benzin gefülltes Gefäß, so wird das Vaselin, Paraffinöl, Harz oder Fett von diesem gelöst; überträgt man sie dann in ein mit Wasser gefülltes Gefäß, so werden die Salzkrystalle gelöst und schwimmt auf der Salzlösung das Benzin, welches noch in den Poren der Masse enthalten war und wieder verwendet werden kann. Bei dieser Art des Vorgehens hat man den Vortheil, daß man kein Erwärmen vorzunehmen hat und die sämmtlichen Stoffe: Umhüllungs- und Lösungsmittel sowie die Salze wieder gewinnt.

## Herstellung poröser Cementmassen.

Die Anfertigung poröser Cementmassen für elektrolytische Zwecke wurde eben beschrieben und kann man auch Platten oder Cylinder, welche nach diesem Verfahren dargestellt wurden, als Filtersubstanz verwenden. Für Filter ist es nicht einmal nothwendig, den umständlichen Weg einzuschlagen, daß man die löslichen Salze mit einer in Wasser unlöslichen Substanz (Paraffin) überzieht, dieses nach dem Abbinden des Cementes durch ein Lösungsmittel beseitigt und dann das Salz durch Behandeln mit Wasser entfernt.

Eine zur Anfertigung von Filtern gut geeignete Cementmasse läßt sich auf folgende Weise bereiten. Man pulvert Kaliumsulfat (schwefelsaures Kali) auf das Feinste, mengt es trocken mit einem kräftigen rasch abbindenden Cemente, rührt letzteren mit gerade soviel Wasser an, als zur Bildung

der plastischen Masse erforderlich ist und formt die Filterplatten oder Cylinder. Unmittelbar nach erfolgtem Abbinden des Cementes werden die Gegenstände in Wasser gelegt und dieses so oft gewechselt, bis alles Kaliumsulfat gelöst ist. Dieses Salz eignet sich für unsere Zwecke deshalb besonders gut, weil es sich in Folge seiner großen Härte in ein ungemein feines Mehl verwandeln läßt und verhältnißmäßig so schwer in Wasser löslich ist, daß es auf das Abbinden des Cementes keinen so nachtheiligen Einfluß übt, wie dies bei Anwendung anderer leicht löslicher Salze der Fall sein dürfte. Die geringe Löslichkeit des Kaliumsulfates macht es aber auch nothwendig, die Filtermassen sehr lange mit Wasser zu behandeln, um die Gesammtmenge des Salzes auszulaugen.

## Die keimdichten Filtermassen.

Seitdem es unwiderlegbar nachgewiesen ist, daß die Schädlichkeit gewisser Wässer für den Genuß nicht so sehr durch die in ihnen gelöst enthaltenen organischen Stoffe bedingt wird, sondern auf Rechnung gewisser Mikroorganismen zu setzen ist, welche in diesen Wässern leben, war man bemüht, Filter herzustellen, welche dicht genug sind, um die erwähnten Organismen mit voller Sicherheit zurückzuhalten, so daß man aus diesen Filtern nur reines Wasser erhält, welches für Genußzwecke vollkommen geeignet ist.

Die vorerwähnten Mikroorganismen gehören ausnahmslos zu den sogenannten Bacterien, d. i. zu den einfachst gebauten Lebewesen, welche wir überhaupt kennen. Diese Organismen besitzen eine so geringe Größe, daß die meisten von ihnen selbst bei fünfhundertfacher Vergrößerung kaum größer als ein Stecknadelkopf erscheinen. Die Erreger der furchtbarsten Seuchenkrankheiten, wie der Cholera, des Typhus, des Wechselfiebers u. s. w. können nur durch das Wasser verbreitet werden und ist es dieser Umstand, verbunden mit der ungeheuren Vermehrungsfähigkeit dieser

Wesen, die den Genuß von Wasser, in welchem dieselben vorkommen, so gefährlich machen.

Durch Filter, deren Poren eng genug sind, um diesen Organismen den Durchgang mit voller Sicherheit zu verwehren, muß man also im Stande sein, derartige höchst gefährliche Wässer in solche zu verwandeln, welche für den Genuß vollständig zulässig sind.

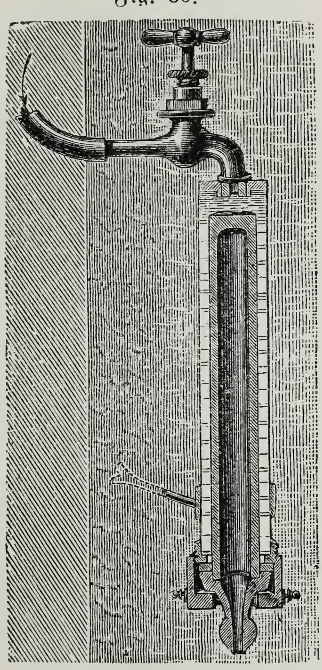
## Das Porzellan als Filtermasse.

Unser gewöhnliches Porzellan besteht der Hauptsache nach aus reinstem Thon (Porzellanthon oder Kaolin), Quarz und Feldspat. Diese drei Bestandtheile werden nach bestimmten Verhältnissen auf das Innigste gemengt und die aus der Masse dargestellten Gegenstände schließlich der sehr hohen Temperatur ausgesetzt, welche in dem sogenannten Scharffeuerraum eines Porzellanofens herrscht. Bei dieser Temperatur schmilzt der Feldspat, der Kaolin und der Quarz bleiben ungeschmolzen. Wir haben uns also die im Scharffeuer geglühte Porzellanmasse als einen Körper vorzustellen, der aus einem Haufwerk winziger Theilchen von Kaolin und Quarz besteht, welch' letztere durch den geschmolzenen Feldspat zusammengehalten werden. Mit Rücksicht auf den ungemein hohen Grad von Vertheilung, in welchen die Bestandtheile bei der Anfertigung der Porzellanmasse gebracht werden, muß das unglasirte Porzellan außerordentlich kleine Poren besitzen. Letztere sind in der That so eng, daß es nur durch Anwendung eines verhältnißmäßig hohen Druckes möglich ist, Flüssigkeiten durch eine nur wenige Millimeter dicke Platte aus unglasirtem Porzellan, dem sogenannten Biscuit-Porzellan zu pressen.

Das von Chamberland-Pasteur hergestellte »keimdichte« Filter beruht auf der Anwendung von unglasirtem Porzellan als filtrirend wirkende Substanz und besitzt die aus Fig. 60 ersichtliche Einrichtung. Eine Porzellanröhre von 20 Cm. Länge und 25 Mm. innerem Durchmesser, welche am oberen Ende geschlossen ist, wird von

einem entsprechend weiten Metallrohre umgeben, das mit dem Rohre verbunden ist, durch welches das zu filtrirende Wasser zugeführt wird. Das untere offene Ende des Porzellanrohres ist mit einer Abflußöffnung versehen und durch eine Verschraubung mit der Metallröhre verbunden. Wasser,

Fig. 60.



welches unter genügend hohem Druck in die Metallröhre gepreßt wird, dringt durch die Poren des Porzellans, in welchem alle festen Körper zurückgehalten werden und fließt aus der Höhlung des Porzellancylinders ab.

Ein Chamberland-Pasteur'sches Filter von der angegebenen Größe vermag bei einem mindestens zwei Atmosphären betragenden Flüssigkeitsdrucke innerhalb 24 Stunden 40 bis

50 Liter Wasser zu filtriren und kann man selbstverständlich für einen Mehrverbrauch an Wasser die Leistungsfähigkeit durch Anwendung einer beliebig großen Zahl von Filtern beliebig erhöhen.

Wie viele mit der größten Genauigkeit durchgeführte Versuche ergeben haben, vermag das Chamberland-Pasteur'sche Porzellanfilter thatsächlich alle Bacterien zurückzuhalten. Bei längerem Gebrauche solcher Filter hat es sich aber gezeigt, das die »Keimdichtigkeit« nur eine gewisse Zeit andauert und dann die Filter gleichfalls bacterienhaltiges Wasser ergeben. Die Ursache dieser Erscheinung ist darin zu suchen, daß die Bacterien »durchwachsen«.

Viele Bacterien erzeugen nämlich Keime, die sogenannten Sporen, welche selbstverständlich noch viel kleiner sind, als die Individuen der Bacterien. Wenn nun in den an der Außenwand des Porzellan-Cylinders liegenden Bacterien Sporenbildung eintritt, so können diese durch die Poren der Porzellanmasse dringen und hat in Folge dessen das Filter seine Keimdichtigkeit verloren. Wir bemerken, daß dieser Uebelstand allen Filtrirmassen anhaftet, aus welcher Substanz dieselben auch bestehen mögen; die Keimdichtigkeit währt nur eine gewisse Zeit und muß das Filter dann außer Gebrauch gesetzt und gereinigt werden.

Die Reinigung der Porzellanfilter wird in der Weise ausgeführt, daß man die Cylinder sorgfältig und bei nicht zu hoher Temperatur vollständig austrocknet und dann der Glühhitze aussetzt. Bei dieser werden alle organischen Substanzen, welche an der Oberfläche und in den Poren der Porzellanmasse sitzen, zerstört und kann das Filter wieder in Gebrauch genommen werden.

## Die Kieselguhr-Filter.

Reine Kieselguhr besteht aus den Kieselsäure-Skeletten von Algen (Diatomeen) und ist in diesen Skeletten die ursprüngliche Gestalt der mikroskopischen Algen so vollständig

erhalten, daß man die Art der betreffenden Algen mit völliger Sicherheit zu bestimmen im Stande ist. In Folge ihrer außerordentlich großen Vertheilung eignet sich die Kieselguhr in ganz ausgezeichneter Weise zur Anfertigung von Filtern, welche entsprechend keimdicht sind, dabei große Leistungsfähigkeit besitzen und leicht gereinigt werden können. Da die Kieselguhr auch in feuchtem Zustande eine kaum nennenswerthe Bildsamkeit besitzt, sondern alsbald wieder zu Pulver zerfällt, ist es zur Herstellung einer formbaren Masse aus derselben nothwendig, sie mit einer sehr bildsamen Substanz zu mischen.

Man kann in dieser Beziehung verschiedene Stoffe anwenden, und zwar solche, welche in der fertigen Filtermasse verbleiben oder aus derselben wieder entfernt werden. Von den erstgenannten leistet reiner Thon gute Dienste. Der Thon muß aber unbedingt ein solcher sein, welcher ganz frei von kohlensaurem oder schwefelsaurem Kalk ist und auf das feinste geschlämmt werden. Wenn man solchen Thon mit Kieselguhr mengt, so erhält man bei einem Verhältnisse von 10 Theilen Thon mit 90 Theilen Kieselguhr schon eine Masse von ziemlicher Bildsamkeit, aus der man die Filter herstellen kann. Diese Filter müssen aber ungemein vorsichtig ausgetrocknet und gebrannt werden, wobei die Hitze nur sehr langsam gesteigert werden darf, indem sonst die Masse sehr leicht rissig wird.

Wenn man Kieselguhr mit einem leicht schmelzbaren Minerale, welches sich selbstverständlich auch im Zustande der höchsten Vertheilung befinden muß, innig mengt und jener Temperatur aussetzt, welche eben nothwendig ist, um dieses Mineral zum Schmelzen zu bringen, so erhält man durch das Zusammenfritten der Kieselguhrtheilchen eine Filtermasse genügender Consistenz. Ein bei nicht sehr hoher Temperatur schmelzendes Mineral ist z. B. der Flußspat und läßt sich derselbe, da er ungemein leicht theilbar ist, auch ohne Schwierigkeit in das feinste Mehl verwandeln. Das Gemenge aus Kieselguhr und Flußspat darf aber nur soweit erhitzt werden, daß der Flußspat eben schmilzt; bei

stärkerer Erhitzung würde das Fluorcalcium, aus welchem in chemischer Beziehung der Flußspat besteht, durch die Kieselsäure in der Weise zersetzt werden, daß Kalksilicat gebildet wird und die Masse zu dicht ausfällt.

An Stelle des Flußspates kann auch mit Vortheil ein schon bei niederer Temperatur schmelzendes Glas (Natronglas) als Bindemittel für die Kieselguhr angewendet werden. Sowohl der Flußspat als auch das Glas wirken aber erst als Bindemittel, nachdem sie geschmolzen waren. Um aus ihnen und der Kieselguhr eine bildsame Masse zu erhalten, muß man immer noch einen als Klebemittel dienenden Körper anwenden.

Als Klebemittel benützt man entweder sehr dünnen Stärkekleister oder sehr stark verdünnte Gummilösung. Jede dieser Flüssigkeiten muß soweit mit Wasser verdünnt werden, als zulässig ist, um mit der Kieselguhr zu einem Teig verarbeitet, eine genügend bildsame Masse zu ergeben, welche auch, nachdem sie vollständig ausgetrocknet ist, keine Risse zeigt. Beim Brennen der mit Hilfe von Kleister oder Gummilösung bildsam gemachten Masse wird die organische Substanz unter Hinterlassung von Kohle verbrannt und sind die Filtermassen von tadelloser Beschaffenheit. Um Kieselguhrmassen zu erhalten, ohne daß man dieselben brennt, kann man mehrere Wege einschlagen. Einer derselben besteht darin, die Kieselguhr mit sehr verdünnter Wasserglaslösung zu einem Teig zu kneten, diesen nach gehöriger Mischung der Bestandtheile eine Lösung von Chlorcalcium oder Chlormagnesium zuzusetzen, um nochmals zu kneten. Die so erhaltene Masse wird in Formen gepreßt und ist nach dem vollständigen Austrocknen von genügender Festigkeit. Es bildet sich in diesem Falle zwischen den Theilchen der Kieselguhr entweder kieselsaurer Kalk oder kieselsaure Magnesia, welche anfangs gallertartig sind und nach scharfem Trocknen das Wasser verlieren.

Die besten Ergebnisse in Bezug auf leichte Herstellung der Filtermasse und Festigkeit der letzteren erzielt man auf folgende Art: Die Kieselguhr wird trocken mit 1 Procent

ihres Gewichtes an gebrannter Magnesia innig gemengt und dann mit $1^1/_2$ Procent krystallisirtem Chlormagnesium, welches in der erforderlichen Menge Wassers gelöst ist, zu einem Teige verarbeitet, den man in die Formen preßt und dort erhärten läßt. Es bildet sich in diesem Falle die unlösliche Verbindung Magnesiumoxychlorid und sind die angegebenen Mengen von gebrannter Magnesia und Magnesiumchlorid hinreichend, um der ganzen Masse eine sehr bedeutende Festigkeit zu ertheilen.

Die Form, in welcher man die so hergestellten Filtersteine aus Kieselguhrmasse anwendet, hängt von der Construction der vorhandenen Filtrirvorrichtung ab und sind Platten mit 20—30 Mm. Dicke hinreichend, um während einer längeren Zeit als vollkommen keimdichte Filter zu wirken. Wenn die Poren dieser Platten nach einer gewissen Zeit verlegt sind, das Filter nur mehr wenig Flüssigkeit giebt und die Gefahr des »Durchwachsens« der Bacterien vorhanden ist, kann man die Platte auf leichte Art wieder verwendbar machen.

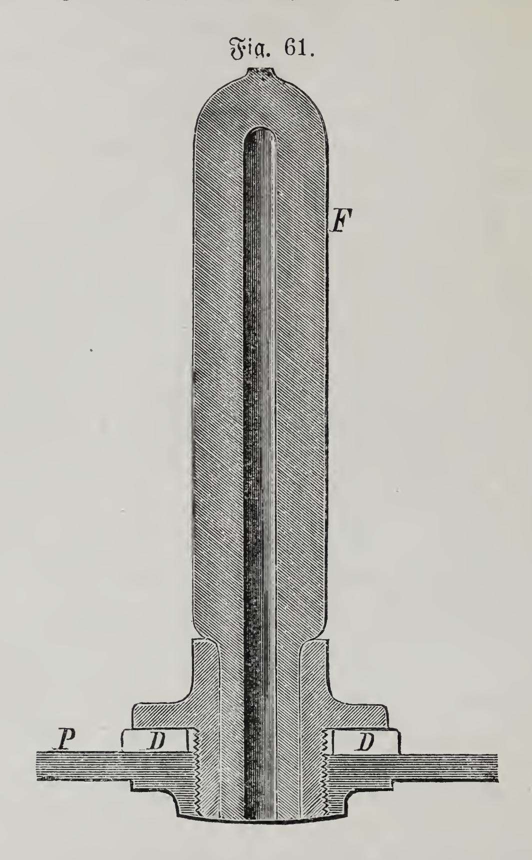
Die festen Körper, welche in der zu filtrirenden Flüssigkeit schweben, bleiben offenbar in den äußeren Schichten der Plattenseite, die mit der zu filtrirenden Flüssigkeit in Berührung steht, haften. Es ist daher nur nothwendig, diese Seite der Platte mit einem sehr scharfen Werkzeuge, z. B. mit einer Art von Hobel aus bestem Stahle beiläufig 2 Mm. tief abzunehmen, um die Schichte, deren Poren nahezu ganz verstopft sind, zu entfernen und der Platte dieselbe Wirksamkeit zu geben, die sie in ganz neuem Zustande hatte.

Die zweckmäßigste Form der keimfreien Filter aus Kieselguhrmasse scheint uns jene zu sein, welche wir in Anwendung bringen und deren Beschreibung in Nachstehendem folgt:

Die Filtermasse wird aus Kieselguhr, gebrannter Magnesia und der Lösung von Chlormagnesium in der oben angegebenen Weise dargestellt und in eiserne Formen zu Hohlcylindern gepreßt. Diese Hohlcylinder haben einen inneren Durchmesser von 20 Mm., eine Wandstärke von

25 Mm. und dem zu Folge einen äußeren Durchmesser von 70 Mm. Die Länge jedes Cylinders, welcher unten durch eine Halbkugel abgeschlossen ist, beträgt 300 Mm., kann

Fig. 61.




aber für größere Filter bedeutend größer genommen werden. An dem offenen Ende ist der Cylinder etwas zusammengezogen und mit einer Fassung aus vernickelter Bronze versehen, welche ein Schraubengewinde (vgl. Fig. 61) trägt, mit welchem es in eine Metallplatte P eingeschraubt werden kann. Die Verbindung des Filtercylinders mit der

Bronzefassung geschieht durch Magnesia-Oxychlorid, welches unmittelbar nach der Herstellung in die Fuge zwischen Cylinder und Fassung gestrichen wird.

Da ein Filtercylinder für sich allein zu wenig leisten würde, wenden wir die Cylinder zu Batterien vereinigt an, welche aus einer beliebigen Anzahl von Cylindern bestehen können. Es sind dann in der erwähnten Platte soviele mit Muttergewinden versehene Oeffnungen vorhanden, als Filter zur Anwendung kommen.

Die Platte, an welche die Filtercylinder geschraubt sind, sitzt auf einem aus Kesselblech, welches an der Innenseite emaillirt ist, angefertigtem Cylinder, in den das Rohr mündet, durch welches die zu filtrirende Flüssigkeit zugeführt wird. Es wird von einem kegelförmigen Hute bedeckt, an dessen Spitze ein Rohr angebracht ist, welches zur Abfuhr der filtrirten Flüssigkeit dient. Die absolut flüssigkeitsdichte Verbindung zwischen den Fassungen der Filtercylinder und der Metallplatte wird durch Asbestgewebe D (vgl. Fig. 62) hergestellt und dienen auch Ringe aus demselben Materiale zur Abdichtung des Raumes zwischen der Metallplatte und den beiden Gefäßen. Die umstehende Abbildung stellt die Einrichtung einer Filterbatterie im Durchschnitte dar und haben die Buchstaben folgende Bedeutung:

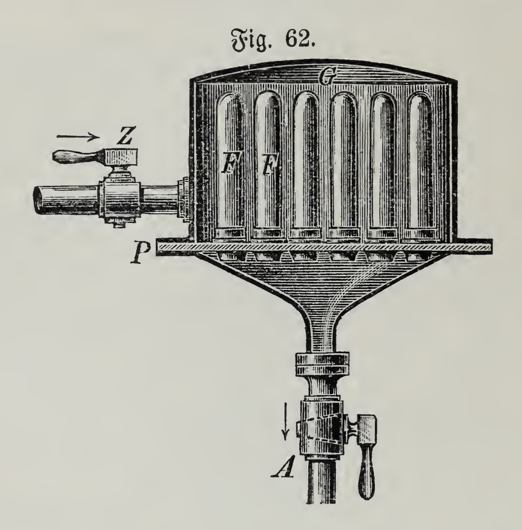
F = Filtrircylinder aus Kieselguhrmasse;
P = Platte, in welche die Fassungen der Cylinder eingesetzt sind;
G = Gefäß, in welches die zu filtrirende Flüssigkeit gepreßt wird;
Z = Zuführungsrohr für die zu filtrirende Flüssigkeit;
A = Abflußrohr für die filtrirte Flüssigkeit.

Die Function einer solchen Filterbatterie ist die folgende: Die zu filtrirende Flüssigkeit wird unter einem Drucke von 3—5 Atmosphären in das Gefäß G getrieben, dringt durch die Cylinder F und sammelt sich in filtrirtem Zustande in dem kegelförmigen Gefäße, an welchem das Abflußrohr A sitzt. Wie aus der Construction des Apparates zu entnehmen ist, braucht man blos die Schrauben

zu lösen, welche G, P und A aneinander drücken, um so die ganze Filterbatterie bloß zu legen und jeden einzelnen Filtercylinder für sich ausheben zu können.

Da auf einem noch nicht gebrauchten Filter sowohl an den Filtrircylindern als an den Gefäßen unzählige Bacterien haften, so muß das Filter, bevor es überhaupt in Verwendung genommen werden kann, von diesen Bacterien befreit, d. h. es müssen die Bacterien getödtet werden.

Fig. 62.




Man bezeichnet diese Operation als das »Sterilisiren« (Unfruchtbarmachen) und muß dieselbe begreiflicher Weise an jedem Filter ausgeführt werden, welches eine absolut von allen Organismen freie Flüssigkeit liefern soll.

Das Sterilisiren kann auf verschiedene Weise vorgenommen werden, und zwar entweder indem man die Bacterien durch Erhitzen tödtet oder indem man sie geradezu vergiftet. Wenn man den ersteren Weg einschlagen will, verbindet man das Zuleitungsrohr Z des Filtrirapparates (Fig. 62) mit einem Dampfkessel, welcher Dampf von 140—150 Grad C. zu liefern im Stande ist und läßt so-

lange Dampf in den Apparat strömen, bis derselbe durch A mit derselben Temperatur, mit der er eingetreten ist, bei A entweicht. Es werden auf diese Weise alle Theile des ganzen Apparates auf 140—150 Grad C. erhitzt und alle Organismen, welche denselben anhaften, getödtet.

Wenn man keinen Dampfkessel zur Verfügung hat, kann man das Sterilisiren des Apparates auch mit Alkohol vornehmen. Man füllt zu diesem Zwecke den Filtrirapparat aus einem entsprechend hochgestellten Behälter mit 96procentigem fuselfreien Alkohol und läßt diesen filtriren. Nachdem durch A einige Liter des Alkohols abgeflossen sind, schließt man den an A befindlichen Hahn und überläßt den Apparat eine Woche lang sich selbst. Nach Verlauf dieser Zeit ist der Apparat durch Einwirkung des Alkohols bestimmt sterilisirt und kann man den in dem Apparate enthaltenen Alkohol in wenig verdünntem Zustande wieder gewinnen, wenn man durch Z Wasser zuleitet; der Alkohol wird rasch durch die Filter gepreßt und läßt man das Wasser einige Zeit durch den Apparat fließen, um die letzten Spuren von Alkohol zu beseitigen.

Wenn die Poren der Kieselguhrfilter nach einiger Zeit schon stark verlegt sind und in Folge dessen der Apparat in seiner Leistungsfähigkeit nachläßt, muß derselbe einer Reinigung unterzogen werden. Letztere wird in der Weise durchgeführt, daß man die Verbindung zwischen dem oberen und unteren Theil des Apparates löst und die einzelnen Filter abschraubt. Die Filtercylinder werden in eine Drehbank gespannt und mittelst harter Meißel 1—1½ Mm. abgedreht. Es wird hierdurch die zu dicht gewordene äußere Schichte der Filtermasse entfernt und den Filtern ihre frühere Porosität wieder gegeben. Mit Rücksicht auf die bedeutende Dicke, welche die Kieselguhrmasse in den Filtrircylindern besitzt, kann dieses Abdrehen oft wiederholt werden und die Cylinder hierdurch immer wieder von neuem verwendbar werden.

Eine Kieselguhrfilter von der eben beschriebenen Einrichtung liefert unbedingt keimfreie Flüssigkeiten, ist daher

ganz besonders zur Filtration von Trinkwasser geeignet. Wenn man die Batterien von Filtrircylindern entsprechend groß macht, ergeben derartige Filter fortwährend Wassermengen, welche selbst für größere Orte ausreichen, vorausgesetzt, daß der Flüssigkeitsdruck entsprechend hoch ist; derselbe muß mindestens 3 Atmosphären betragen, was einer Wassersäule von rund 30 Metern entspricht.

Wenn es sich darum handelt, sehr große Wassermengen zu filtriren, kann man auch Kieselguhrfilter anwenden, in welchen die einzelnen Filterelemente die Form von Platten haben und in eine Vorrichtung eingesetzt sind, welche in ihrer Einrichtung einer Filterpresse gleicht. Die erste Platte, mit welcher das zu filtrirende Wasser zuerst in Berührung kommt, wird am schnellsten unbrauchbar werden, da sich in ihr die größte Menge fester Stoffe abscheidet; die zweite und die nächstfolgenden wirken aber umso länger fort und ist es bei einer Anzahl von nur fünf oder sechs Platten auch in dem Falle möglich, ein fast keimfreies Wasser zu erhalten.

---

## XVII.

# Die künstlichen Schleifsteine.

Das Schleifen harter Gegenstände: Stahl, Glas, Edelsteine u. s. w. beruht darauf, daß dieselben gegen einen anderen harten Körper gepreßt werden, dessen Oberfläche die Beschaffenheit einer Feile oder Raspel besitzt. In Folge der raschen Hin- und Herbewegung des zu schleifenden Gegenstandes auf ebenen Schleifsteinen oder der schnellen Umdrehung runder Schleifsteine werden durch die aus letzteren hervorragenden scharfkantigen Theile Stücke von dem zu bearbeitenden Körper losgerissen, der Gegenstand wird geschliffen. Selbstverständlich wird nicht blos der zu

bearbeitende Gegenstand abgenützt, sondern auch der Schleifstein selbst. Die Abnützung des letzteren findet aber in weit geringerem Maße statt, indem bei der raschen Bewegung, welche beim Schleifen eingehalten wird, die in Anspruch genommenen Theile des Schleifsteines sehr schnell aus dem Bereiche der Wirkung des zu schleifenden Körpers kommen, indeß der letztere der steten Einwirkung der harten Körper ausgesetzt ist.

Je größer die harten eigentlich schleifend wirkenden Körper in dem Schleifsteine sind, desto stärker wird der zu schleifende Körper abgenützt und erscheint an seiner Oberfläche deutlich mit Furchen und Rissen durchzogen; mit zunehmender Feinheit des sogenannten Kornes des Schleifsteines werden auch die Furchen, welche derselbe in den zu schleifenden Gegenstand reißt, feiner und weniger glanzlos. Bei Anwendung sehr feinkörniger Schleifsteine erzielt man daher keine mattaussehenden Schleifflächen, sondern erscheinen dieselben vielmehr glänzend und spiegelnd. Das Schleifen ist in diesem Falle in das Poliren übergegangen.

Entsprechend den Wirkungen, welche man erzielen will, muß man auch Schleifsteine von sehr verschiedenem Korn anwenden; zum Schleifen grober Werkzeuge wie Schaufeln u. s. w. benützt man sehr grobkörnige Schleifsteine; etwas feinkörnigere dienen zum Schleifen von Aexten, großen Messern, noch feinere benützt man für Schneidewerkzeuge aus hartem Stahl. Steine von feinstem Korn und sehr großer Härte dienen zum Schleifen und Poliren von Glas, Stahl und bei der Bearbeitung von edlen Steinen.

## Natürliche Schleifsteine.

Die natürlichen Gesteine, welche man zur Anfertigung von Schleifsteinen verwendet, sind meistens secundäre Gesteine, d. h. solche, welche aus den Trümmern primärer oder ursprünglicher Steine entstanden sind. Der Sandstein ist ein secundäres Gestein, welches dadurch entstand, daß die Trümmer von Quarzfels durch ein Bindemittel: Kalk, Thon,

amorphe Kieselsäure zu einem Ganzen verbunden werden. Je nach der Größe der Quarztrümmer, deren Größe so gering sein kann, daß man die einzelnen Theile nur mehr mit Hilfe des Mikroskopes voneinander unterscheiden kann, ergeben sich dann auch Steine von sehr verschiedener Beschaffenheit — grob- und feinkörniger Sandstein, Thonschiefer, Kieselschiefer u. s. w.

Die Wirksamkeit eines Schleifsteines ist nicht nur von dem Korne des Steines selbst abhängig, sondern auch von der Härte des schleifend wirkenden Körpers; je härter derselbe ist, desto weniger wird der Stein selbst abgenützt und desto kräftiger werden harte Körper von demselben angegriffen. In den quarzhältigen Schleifsteinen besitzt der schleifend wirkende Körper die Härte 7 (in der von den Mineralogen angewendeten Härtescala bedeutet die Härte des Quarzes den siebenten Härtegrad) welche aber für die Bearbeitung von hartem Stahl und in noch höherem Maße für die Bearbeitung von Edelsteinen zu gering ist.

Man war daher bemüht, Mineralien ausfindig zu machen, welche eine größere Härte besitzen, als der Quarz und diese als Schleifsteine zu verwenden. Es giebt zwar eine ziemlich große Zahl von Mineralien, deren Härte bedeutend größer ist als jene des Quarzes, dieselben kommen aber in der Natur nicht so häufig vor, als erforderlich wäre, um sie als Schleifsteine verwenden zu können. Nur ein Mineral macht hievon eine Ausnahme, und zwar ist dies der Korund, welcher in der Härtescala das vorletzte Glied derselben, nämlich den Härtegrad 9 darstellt. (Als Härtegrad 10 nimmt man die Härte des Diamanten, des härtesten aller bis nun bekannten Körper an.)

## Der Korund (Schmirgel).

Der Korund besteht in chemischer Beziehung aus krystallisirter Thonerde, die in reinster Form wasserhelle Krystalle bildet; Varietäten des Korundes, welche durchsichtig und von schöner Farbe sind, gehören zu den kostbarsten

Edelsteinen; die rothen durchsichtigen Korunde heißen Rubine, die blauen Saphire. Die dichten undeutlich krystallisirten Varietäten des Korundes von grauer oder bräunlicher Färbung kommen an manchen Orten als Felsmassen vor und werden als Schmirgel oder Smirgel bezeichnet. Da der Schmirgel dieselbe Härte besitzt, wie die schön gefärbten Varietäten des Korundes, so bildet er seit langer Zeit ein ungemein geschätztes Materiale zum Schleifen anderer harter Körper.

Der Schmirgel von Naxos, welche Insel durch lange Zeit als Fundstätte dieses Minerales galt, wurde in der ganzen Welt als Schleifmittel verwendet. Obwohl gegenwärtig der Schmirgel immer mehr als ein ausgezeichnetes Materiale zur Herstellung von Schleifsteinen zu betrachten ist, hat er doch schon in dieser Beziehung an Bedeutung verloren, indem wir im Stande sind, auf künstlichem Wege Körper herzustellen, welche dem Schmirgel an Härte gleich sind, oder ihn sogar an Härte übertreffen. Es sind diese Körper die künstlich geschmolzene Thonerde und das Carborundum; wahrscheinlich wird man derselben in vielleicht nicht ferner Zeit das krystallisirte Silicium und Bor anreihen können. Da es wohl nur eine Frage der Zeit ist, daß man auch tesseral krystallisirten Kohlenstoff, d. i. Diamanten auf künstlichem Wege darzustellen lernt, so wird dann auch dieser Körper, der wegen seiner Härte das ausgezeichnetste unter allen Schleifmitteln darstellt, zu diesen Zwecken verwendet werden können.

## Die geschmolzene Thonerde.

Nach dem von Goldschmidt angegebenen Verfahren werden gewisse, sonst nur sehr schwierig in geschmolzenem Zustande zu erhaltende Metalle wie Chrom, Uran, Vanadium u. s. w. mit Hilfe des Aluminium-Metalles dargestellt. Die Herstellung des geschmolzenen Chromes erfolgt z. B. auf folgende Art: Man mengt Chromoxyd, welches die Zusammensetzung $Cr_2, O_3$ besitzt, mit der entsprechenden Menge von zu Pulver vertheiltem Aluminium, bringt das Gemisch in

einen Tiegel und entzündet es von oben. Das Aluminium verbrennt hierbei mit dem Sauerstoff des Chromoxydes zu Thonerde, metallisches Chrom wird abgeschieden. Die hierbei stattfindende Wärmeentwickelung ist so groß, daß das Chrom als geschmolzene Metallmasse auf den Boden des Tiegels hinabsinkt und über ihr eine Flüssigkeit lagert, welche aus geschmolzenem Aluminiumoxyd oder Thonerde besteht. Der hierbei stattfindende Vorgang ist der folgende:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $Cr_2O_3$ | + | 2 Al | $Cr_2$ | + | $Al_2O_3$ |
| Chromoxyd | | Aluminium | Chrom | | Thonerde |

Wenn der chemische Proceß einmal eingeleitet ist, kann man ihn durch Nachgießen des pulverförmigen Gemisches aus Chromoxyd und Aluminium beliebig lange fortdauern lassen und dem Apparate eine solche Einrichtung geben, daß die geschmolzene Thonerde an der Seite des Tiegels wie eine Schlacke abfließt. Nach dem Erstarren besitzt diese Thonerde alle Eigenschaften des Korundes, selbstverständlich auch dessen Härte und kann ihrer Reinheit wegen in ausgezeichneter Weise zur Herstellung von Schleifmassen verwendet werden. Da das Goldschmidt'sche Verfahren zur Darstellung von Metallen zu einer sehr bedeutenden Anwendung gelangen dürfte, so werden sich so beträchtliche Mengen von Thonerde ergeben, daß hierdurch dem Schmirgel ein großer Wettbewerb erwachsen wird. Der Werth dieser Thonerde ist ein so ansehnlicher, daß durch denselben ein großer Theil der Kosten des Goldschmidt'schen Verfahrens gedeckt wird.

## Das Carborundum.

Der mit diesem Namen bezeichnete Körper, welcher erst seit kurzer Zeit bekannt ist, besitzt unter allen Kunstproducten die größte Härte, indem er in Bezug auf diese Eigenschaft zwischen dem Korund und dem Diamanten, letzterem aber näher steht. Von einigen wurde auch behauptet, daß es Carborundum gebe, welches noch härter als Diamant ist; bis nun ist aber diese Behauptung nicht erwiesen.

Das Carborundum besteht aus Kieselkohlenstoff oder Siliciumcarbid und entsteht, wenn Kieselsäure, d. i. Siliciumoxyd, zugleich mit Kohlenstoff in dem Lichtbogen erhitzt wird, welcher sich bildet, wenn man einen sehr kräftigen elektrischen Strom von einer aus Kohle (Graphit oder Gaskokes) bestehenden Spitze auf eine andere übergehen läßt — sonach in der höchsten Temperatur, welche wir gegenwärtig hervorzubringen vermögen. Erst bei dieser Temperatur wird die Verwandtschaft des Kohlenstoffes zum Sauerstoffe größer als jene des Siliciums; die Kieselsäure wird daher durch den Kohlenstoff zu Silicium reducirt und verbindet sich dieses im Augenblicke des Freiwerdens mit dem überschüssigen Kohlenstoffe zu Kohlenstoff-Silicium oder Carborundum. Die Darstellung dieser Verbindung wurde solange als nur möglich geheim gehalten; gegenwärtig bildet sie kein Geheimniß mehr, indem man nur eines elektrischen Stromes von entsprechender Stärke und eines sehr einfach gebauten elektrischen Ofens bedarf, um Carborundum von entsprechender Beschaffenheit in größerem Maßstabe darstellen zu können.

Der Apparat, dessen man sich zur Darstellung von Carborundum bedient, hat die Form eines schmalen, tiefen Troges, an dessen beiden Schmalseiten die Elektroden, aus starken Kohlenstäben bestehend, eingeführt sind und einander soweit genähert werden können, daß der Lichtbogen zwischen beiden entsteht. Nach den Angaben von O. Mühlhäuser ist E. G. Acheson als der Erfinder des Carborundums anzusehen und stellt dasselbe auf folgende Art dar: 100 Theile Kohle, 100 Theile Sand (Quarzsand) und 25 Theile Kochsalz werden gemischt, in den Schmelztrog geschüttet und der elektrische Strom geschlossen. Nachdem der Strom eine Zeit lang im Gange war (wie lange ist nicht angegeben), wird die Operation unterbrochen und findet man dann um die beiden Kohlenstäbe, welche als Zuleiter der Elektricität dienten, in eiförmiger Gestalt abgelagert mehrere Schichten verschiedener Körper. Zunächst den Kohlenstäben lagert eine Zone von Graphit (krystallisirter Kohlenstoff),

um diese eine Schichte von krystallisirtem Siliciumcarbid (dem eigentlichen Carborundum), um welche wieder eine Schichte von nicht krystallinischem Siliciumcarbid lagert. Nach außenhin geht diese Schichte in das beinahe unveränderte Gemisch aus Kohle und Sand über, umgeben von einer harten Kruste von Kochsalz. Das harte Siliciumcarbid erscheint in Form einer krystallisirten Masse von starkem Glanze, schwarzer, stahlgrauer und blau schillernder Färbung (dem blau angelaufenen Stahl im Aussehen ähnlich). Nach der Trennung von den anderen vorgenannten Körpern bildet es jenen Körper, den man im Handel als Carborundum bezeichnet und für die oben angegebenen Zwecke (zur Bearbeitung sehr harter Metalle und auch von Edelsteinen) verwendet. Das Carborundum zeichnet sich durch außerordentliche Härte aus; es ist so hart, daß man mit demselben (in Form eines schnell sich drehenden Schleifrädchens) Löcher in härtesten Stahl und auch in Korund schneiden kann. Dabei hat das Material die vorzügliche Eigenschaft, daß es den »Temper« des Stahls nicht zerstört. Die Schnittfläche färbt sich nicht einmal strohgelb. Vorzügliche Resultate erzielt man ferner beim Schleifen von Glas, hartem Porzellan u. s. w. Auf dieser bedeutenden Härte beruht sein hoher Gebrauchswerth. Der Härtegrad des Carborundum liegt zwischen dem des Saphir und Diamant. Es ritzt ersteren, wird aber selbst von letzterem geritzt. Man kann seine Härte als $9^1/_2$ angeben. Der Werth des Carborundums als Abrasivmittel ist ein drei- bis viermal höherer als der des Korunds, da Carborundum in der Zeiteinheit drei- bis viermal mehr Schleifarbeit zu verrichten vermag als Korund.

## Krystallisirtes Bor und Silicium.

Man kann diese beiden Elemente in krystallisirtem Zustande darstellen und erweisen sich die Krystalle derselben als ungemein harte Körper. In besonders hohem Maße gilt dies von den Krystallen des Bor, welche man aus diesem Grunde auch als »Bordiamanten« bezeichnet.

Sowohl die Darstellung des krystallisirten Bors als jene des Siliciums sind mit so großen Schwierigkeiten verbunden, daß an eine technische Verwerthung dieser Körper gegenwärtig noch nicht gedacht werden kann. Für Schleifzwecke werden diese Körper überhaupt erst dann verwendet werden können, wenn sie billiger als Carborundum zu erhalten sind.

Im Vergleiche mit den künstlich hergestellten Schleifsteinen haben die natürlichen den Nachtheil, daß sie nicht an allen Stellen gleich hart sind, sich daher ungleichmäßig abnützen. Bei richtig hergestellten künstlichen Schleifsteinen entfällt dieser Uebelstand vollständig, da sie aus einer Masse bestehen, in welche die harten Körper gleichmäßig vertheilt, eingebettet liegen.

## Die Zubereitung der Schleifmaterialien.

In einer zur Anfertigung künstlicher Schleifsteine dienenden Masse sind die harten schleifend wirkenden Körper der wesentliche Bestandtheil und hängt von der Art, in welcher diese Körper zubereitet sind, die Beschaffenheit der mit ihnen angefertigten Schleifsteine ab. Diese Beschaffenheit wird bedingt durch die Korngröße und die Form der harten Körper. Was die Korngröße betrifft, kann man dieselbe durch entsprechende Zerkleinerung der harten Körper, Sortiren der Stückchen durch Siebe von bestimmter Maschenweite und endlich durch Schlämmen beliebig reguliren.

Bezüglich der Form, welche die harten Körper haben müssen, ist zu bemerken, daß dieselben stets in Gestalt von scharfkantigen Splittern verwendet werden sollen, denn nur diese üben die entsprechende Schleifwirkung aus. Es sind daher von vorneherein alle harten Mineralien, wie man sie z. B. in Form von Sand in der Natur vorfindet, für unsere Zwecke ausgeschlossen. Untersucht man nämlich derartigen Wellsand von sehr feiner Beschaffenheit mit dem Mikroskope, so zeigt es sich, daß alle Körnchen abgerundete Kanten besitzen und mehr weniger kugelförmig sind. Sie stimmen in ihrer Form ganz mit den groben Geschieben

und Rollsteinen überein und sind ja eigentlich nichts anderes als sehr weit zerkleinerte Geschiebe.

Derartig abgerundete Körner — auch wenn sie aus sehr hartem Materiale bestehen — können keine eigentliche Schleifwirkung hervorbringen; ein mit denselben angefertigter Schleifstein würde beiläufig dieselbe Arbeit leisten, welche eine alte Feile, deren Hieb durch den Gebrauch abgerundet wurde, leistet. Die richtige Beschaffenheit der Körnchen, aus welchen die Schleifmasse besteht, ist diejenige, bei welchem jedes Körnchen von haarscharfen Ecken und Kanten begrenzt ist, sonach ein Ansehen zeigt, wie gestampftes Glasmehl.

Um die harten Körper Quarz, Schmirgel, geschmolzene Thonerde und Carborundum überhaupt ohne übergroßen Kraftaufwand zerkleinern zu können und in Form von splitterigen Stücken zu erhalten, wendet man den in diesem Werke schon wiederholt erwähnten Kunstgriff des Abschreckens an. Man versetzt die betreffenden Körper am besten durch Erhitzen in einem Schachtofen von entsprechender Größe in heftige Glut und wirft sie dann in kaltes Wasser. Die außerordentlich rasche Abkühlung bewirkt eine sehr schnelle Zusammenziehung der Massen; da dieselben von krystallinischer Beschaffenheit sind, so trennt sich der Zusammenhang nach den Spaltungsrichtungen der Mineralien und kann man z. B. oft einen faustgroßen Klumpen von Schmirgel nach dem Abschrecken durch einen einzigen Hammerschlag in Sand verwandeln. Bei besonders großen Stücken erstreckt sich die Wirkung des Abschreckens bisweilen nur bis zu einer gewissen Tiefe; durch Schlagen mit dem Hammer splittert nur die äußere Schichte des Steines ab, ohne daß sich die Sprünge in das Innere fortsetzen. Derartige Stücke werden beim nächsten Ausglühen wieder in den Ofen gebracht.

Die weitere Zerkleinerung der nach dem Abschrecken der Steine erhaltenen Stücke findet mit einer der an früherer Stelle beschriebenen Vorrichtungen — Kollermühlen, Desintegratoren u. s. w. — statt. Die Sortirung der zerkleinerten

Masse nach der Korngröße erfolgt mit Hilfe von Sieben mit genau bekannter Maschenweite und werden zu grobe Stücke immer wieder in die Zerkleinerungsvorrichtung zurückgebracht. Man erhält auf diese Weise eine Anzahl von sogenannten »Nummern« mit verschiedener Korngröße und werden dieselben zu Schleifsteinen mit verschiedenen Feinheitsgraden verarbeitet.

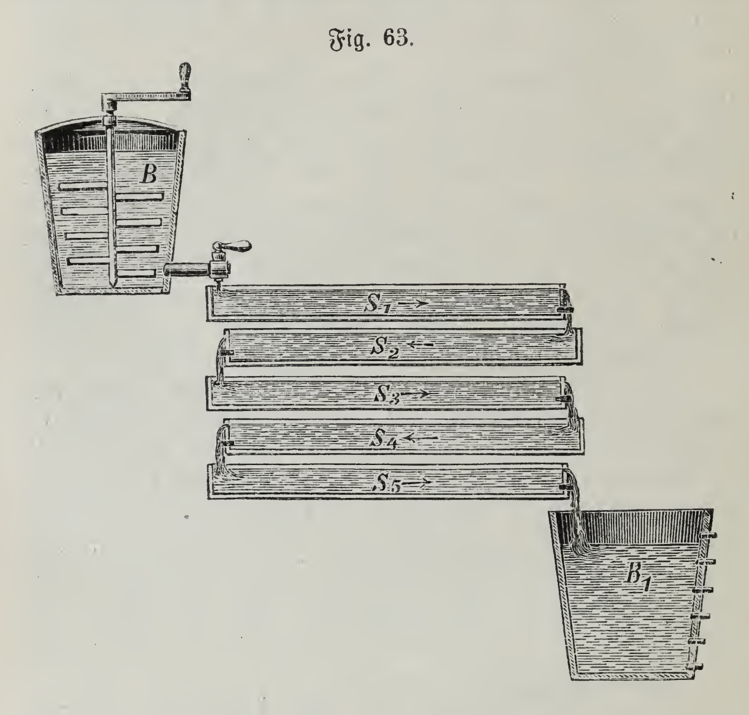
Zur Anfertigung sehr feiner Schleifsteine und Polirscheiben reicht man aber mit dem Sortiren der Körner durch Siebe gar nicht aus und ist es für Fabrikanten von Schleifmassen nothwendig, sich des Schlämmprocesses zu bedienen, um diese feinste Theile zu erlangen. Wir haben ein Schlämmwerk zusammengestellt, welches seiner Einrichtung nach gestattet, bei jeder Schlämmung sehr verschiedene Korngrößen zu erhalten und nur die Anwendung eines einzigen Siebes nothwendig macht, durch welches jene Theilchen, die überhaupt zu groß sind, zurückgehalten werden.

Das von uns verwendete Schlämmwerk besteht aus zwei gleichgroßen Bottichen B und $B_1$ und fünf Schlämmrinnen $S_1$ $S_2$ $S_3$ $S_4$ $S_5$ (vgl. Fig. 63). In den Bottich B ist ein Rührwerk eingesetzt, welches dazu dient, das eingegossene Wasser in lebhafte Bewegung zu versetzen und die kleinen Körner von Quarz, Korund u. s. w., welche man dem Schlämmprocesse unterwerfen will, in der Flüssigkeit schwebend zu erhalten. Ein unmittelbar über den Boden angebrachter weiter Holzhahn dient zum Ablassen der trüben Flüssigkeit.

Die Schlämmrinnen sind aus gehobelten Brettern wasserdicht zusammengefügt; sie sind 5 Meter lang, im Lichten 20 Cm. breit und 15 Cm. hoch und so aufgestellt, daß das dem Einlauf entgegengesetzte Ende um 5 Cm. tiefer liegt als das andere, die Flüssigkeit somit 1 Procent Fall hat. Die Querwand des tiefer gelegenen Endes der Rinne ist so abgeschrägt, daß die Flüssigkeit in einem Strahle überfällt und in die nächst tiefer gestellte Rinne gelangt. An der tiefsten Stelle der Querwand ist ein während der Arbeit verschlossenes Zapfenloch angebracht. Unter dem

Ueberfall der Rinne $S_5$ ist dann der Bottich $B_1$ aufgestellt. Das Schlämmen erfolgt nun in folgender Weise: Der Bottich B wird mit Wasser gefüllt, das Rührwerk in Gang gesetzt und der zu schlämmende Sand nach und nach eingeschüttet. Man öffnet nunmehr den an der tiefsten Stelle

Fig. 63.




von B befindlichen Hahn und läßt die trübe Flüssigkeit in die Rinne $S_1$ laufen; nachdem diese damit gefüllt ist, stürzt das Wasser nach $S_2$ über und wird endlich $B_1$ gefüllt. Man gießt solange Wasser nach B nach, bis alle festen Körper fortgeschwemmt sind und öffnet dann das kleine Zapfloch an der tiefsten Stelle von $S_1$. Nachdem die in der obersten Rinne befindliche Flüssigkeit nach der Rinne $S_2$ abgezapft ist, wird das Wasser aus dieser Rinne abgezapft

und so fortgefahren, bis sich alle Flüssigkeit in $B_1$ angesammelt hat. Man läßt sie in diesem Bottiche solange stehen, bis sie ganz klar geworden ist und zieht sie dann durch Oeffnen der in verschiedenen Höhen angebrachten Zapfenlöcher von oben nach unten fortschreitend von dem Bodensatze ab.

Die größten und schwersten Theile der dem Schlämmen unterworfenen sandartigen Masse werden in der Rinne $S_1$ abgelagert sein; $S_2$ wird jene Theile enthalten, welche etwas feiner sind und in $S_5$ werden sich die feinsten Theile, welche auf einem 25 Meter langen Wege noch schwebend blieben, absetzen, so daß man durch eine einmalige Schlämmarbeit sechs Schlämmproducte von verschiedener Feinheit erzielt. Unterwirft man den Schlamm, welcher sich in $B_1$ ablagert, einer nochmaligen Schlämmung, so kann man als Endproduct ein so feines Mehl erhalten, daß man beim Befühlen desselben keine festen Körper wahrnimmt.

Die aus den Rinnen gehobenen Schlämmproducte werden am zweckmäßigsten in Säcke aus sehr dichtem Gewebe gefüllt, diese zugebunden und freischwebend aufgehängt. Das den sandigen Massen noch anhaftende Wasser tropft zum Theile ab, oder verdunstet allmählich und bleiben die Sandmassen auf diese Weise bis zu ihrer weiteren Verarbeitung vollständig gegen Staub geschützt.

## Die Schleifsteinmassen.

Die Massen zur Anfertigung künstlicher Schleifsteine sind zusammengesetzt aus dem Pulver der harten Körper und einer bildsamen Masse, welche als Bindemittel für die pulverförmigen Körper dient. Als Bindemittel wendet man Chamotte, Porzellanmasse, Cement oder Magnesiumoxychlorid an. Die mit Hilfe von Chamotte oder Porzellanmasse hergestellten Schleifsteine müssen selbstverständlich dem Brennen unterworfen werden, welche Operation bei Anwendung der freiwillig erhärtenden Bindemittel entfällt.

## Gebrannte Schleifsteine.

Das Mischen der Bindemittel mit den harten Körpern erfolgt bei Verwendung von Chamotte oder Porzellanmasse durch Verrühren der mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührten harten Pulver und der Bindemasse, bei Anwendung der freiwillig erstarrenden Körper immer auf trockenem Wege.

Bei Benützung von Chamotte oder Porzellanmasse muß man jedoch auch von der Trockensubstanz ausgehen, d. h. man muß wissen, wie viele Procent Chamotte, beziehungsweise Porzellanmasse in 100 Theilen der nassen Substanz enthalten sind, denn nur dann kann man berechnen, wieviel von dem Pulver anzuwenden ist, um Massen zu erhalten, in denen das Verhältniß zwischen den harten Körpern und dem Bindemittel 5 zu 1 oder 6 zu 1 u. s. w. ist.

Nachdem die Körper in den entsprechenden Verhältnissen abgewogen sind, versetzt man die Masse mit soviel Wasser, daß ein Brei entsteht, welcher dünn genug ist, um in einem Rührwerk bearbeitet werden zu können, sonach etwa die Dickflüssigkeit von Rahm besitzt. Dieser Brei muß solange in der Rührvorrichtung bearbeitet werden, bis man bei der Untersuchung mit dem Mikroskope die absolut gleichförmige Vertheilung der Körper beobachtet.

Um der gehörig gemengten Masse das überschüssige Wasser zu entziehen, bringt man sie entweder auf poröse dicke Gipsplatten, welche das Wasser wie ein Schwamm aufsaugen oder man dampft sie in flachen Pfannen solange ein, bis sie entsprechend wasserarm geworden sind. Wenn die Masse endlich nur mehr soviel Wasser enthält, daß sie sich eben noch kneten läßt ohne dabei rissig zu werden, hat sie die zum Formen richtige Beschaffenheit erlangt.

Das Formen zu flachen Cylindern (Schleifsteinen), feilenartigen Stücken, Kegeln zum Bohren von Löchern u. s. w. findet in eisernen Formen statt, in welche man die teigförmige Masse mit den Händen so gleichförmig als

möglich eindrückt, durch Schlagen mit hölzernen Hämmern dichtet und schließlich über die Formränder vorstehenden Antheil der Masse mit scharfen Messern beseitigt. Die in der Form fertiggestellten Körper werden auf Bretter gelegt und in einem Raume, welcher die Temperatur eines Wohnzimmers besitzt — etwa 20 Grad C. — langsam getrocknet, wobei man die Stücke öfters umlegt, um das Austrocknen so gleichförmig als möglich zu machen. Auf das gleichförmige Austrocknen muß ganz besonders bei den cylindrischen Schleifsteinen die größte Aufmerksamkeit verwendet werden, indem sich die Massen beim Trocknen leicht verziehen und dann keine Körper von rein cylindrischer Gestalt, wie sie ein Schleifstein besitzen soll, erhalten würden. Sprünge und Risse, welche während des Austrocknens in der Masse entstehen, müssen mit der breiartigen Mischung ausgefüllt werden, so daß nur ganz tadellose Stücke zum Brennen verwendet werden.

Das Brennen kann zwar in einer Operation ausgeführt werden; es ist aber zweckmäßiger, dasselbe genau so wie beim Brennen des Porzellans in zwei Bränden auszuführen, und zwar in einem Ofen, welcher zum Brennen des Porzellans selbst dient. Man bringt die Stücke zuerst in den sogenannten Verglühraum des Porzellanofens, in welchem sie soweit erhitzt werden, daß sie stark schwinden und hart werden. Die verglühten Stücke werden sorgfältig untersucht, ob sie nicht geschwunden oder rissig geworden sind und dann dem Scharfbrande im Porzellanofen ausgesetzt. Chamotte wird hierbei ungemein hart; in der Porzellanmasse kommt der Feldspat zum Schmelzen und besitzt bekanntlich gut gebranntes Porzellan schon an und für sich eine solche Härte, daß es am Stahle Funken giebt. Wenn die Masse aber 60—70 Procent Carborundum oder Schmirgel enthält, so besitzt sie nahezu die Härte dieser Körper selbst.

Die aus gebrannten Massen hergestellten Schleifsteine kommen immer hoch zu stehen, da ihre Herstellung eine ziemlich umständliche ist und auch das Brennen ziemlich hohe Kosten verursacht und überdies ein gewisser Procent-

satz von Waare in Folge des Schwindens an Werth verliert. Anderseits sind namentlich die mit Porzellanmassen angefertigten Schleifscheiben, Feilen und sonstigen Werkzeugen in Folge ihrer großen Härte und Festigkeit fast unverwüstlich.

## Gegossene Schleifsteine.

Guter Portland-Cement wird, nachdem er abgebunden hat und durch längere Zeit im Wasser gelegen ist, zu einer ungemein festen, d. h. viel Zusammenhang zeigenden Masse, welche auch eine bedeutende Härte erlangt. Der Portland-Cement eignet sich daher in vorzüglicher Weise zur Anfertigung gegossener Schleifsteine. Um solche herzustellen, mengt man das Pulver der harten Körper mit jenen des Cementes in den von der Fabrik eingehaltenen Verhältnissen z. B. auf 1 Volumen Cementpulver 3 oder 4 Volumen des harten Körpers.

Das Mengen des Pulvers muß im Rollfasse geschehen und solange fortgesetzt werden, bis die Untersuchung mit dem Mikroskop die volle Gleichförmigkeit der Mischung anzeigt. Die Masse wird nun mit der erforderlichen Menge Wasser angerührt und der Brei in die Formen gegossen, in welcher er solange verweilen muß, bis die Erhärtung mindestens soweit gediehen ist, daß die Masse den Eindruck des Fingernagels nicht mehr annimmt. Man nimmt dann die Steinmasse aus der Form, läßt sie einige Tage an der Luft liegen, und bewahrt sie dann unter Wasser auf, wodurch sie während mehrerer Monate noch an Festigkeit zunehmen.

Das beste Bindemittel für Schleifsteinmassen ist aber entschieden das Magnesium-Oxychlorid, indem man bei Verwendung desselben Steine erhält, welche schon von sehr bedeutender Festigkeit sind und ohne im Wasser liegen zu müssen, im Laufe der Zeit noch an Festigkeit und Härte zunehmen. Die Pulver von Korund, Carborundum u. s. w. werden mit dem gebrannten Magnesite trocken gemengt, die Mischung dann mit des Lösung der Chlormagnesiums so verrührt, daß

keine Luftblasen in den Brei gelangen und der Guß genau so vollzogen wie man dies bei den Magnesia-Oxychloridmassen ausführt. Nach dem Abbinden der Masse können die Steine sogleich aus den Formen genommen und sogar unmittelbar in Gebrauch genommen werden. Aus zerbrochenen Schleifsteinen kann man durch Behandeln der Masse mit Salzsäure das Bindemittel als Chlormagnesium wieder gewinnen und setzt sich der werthvollere Theil, d. i. das Pulver von Carborundum oder Schmirgel am Boden des Gefäßes ab.

Die Formen, welche man zum Gießen der Schleifsteine verwendet, müssen aus Eisen hergestellt werden und auf das Genaueste gearbeitet sein, d. h. sie müssen absolut die Form eines flachen Cylinders haben, in dessen Mitte sich die quadratische Oeffnung befindet, solche auf die Achse geschoben wird und um die sich der Stein dreht. Nur wenn die Form in dieser Weise hergestellt wird, erhält man Schleifsteine, welche auch bei der Benützung stets die Cylindergestalt beibehalten und ruhig verlaufen.

## Ringförmige Schleifscheiben.

Bei einem Schleifstein wird immer nur die Mantelfläche des Cylinders in Anspruch genommen und verkleinert sich die Schleiffläche in Folge der Abnützung in der Weise, daß sein Durchmesser geringer wird. Es ist daher zweckmäßig, die Schleifsteine so zu formen, daß die Masse die Formen eines entsprechend breiten Ringes besitzt, welcher um einen Eisenkern gezogen ist. Die nebenstehenden Abbildungen Fig. 64 und 65 stellen einen Schleifstein von dieser Beschaffenheit im Durchschnitte und in der Seitenansicht dar.

Eine aus Gußeisen verfertigte Scheibe E in deren Mitte sich die quadratische Oeffnung N befindet, durch welche die Umdrehungsachse gesteckt wird, trägt vier Zapfen Z die nach innen etwas zusammengezogen sind. Diese Scheibe wird genau in die Mitte der Gußform gelegt und der freie Raum S mit der Schleifsteinmasse ausgegossen. Die

Zapfen Z bewirken, daß S und E unverrückbar miteinander verbunden sind, so daß ein Loslösen der Schleifsteinmasse S von der Scheibe E nicht stattfinden kann.

Wenn die Schleifscheibe nach längerem Gebrauche fast bis auf die Zähne Z abgenützt ist, erhitzt man die Eisenscheibe E über glühenden Kohlen. In Folge der Ausdehnung der Eisenscheibe wird dann S zersprengt und können die Stücke durch Hammerschläge losgelöst werden, so daß man die Scheibe E zum Gießen neuer Schleifscheiben verwenden kann.

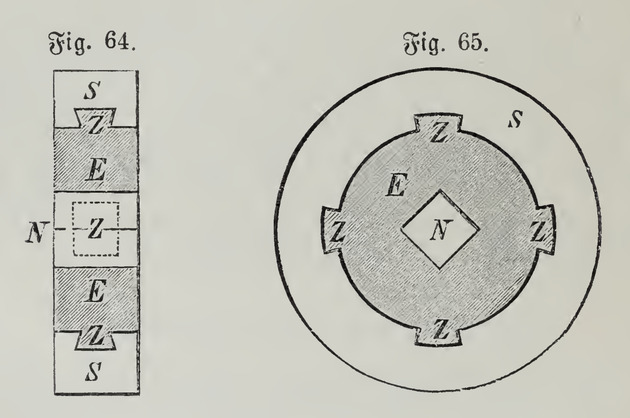


Fig. 64. Fig. 65.

In derselben Weise, wie man künstliche Schleifsteine durch Gießen herstellen kann, lassen sich auch Polirscheiben verfertigen. Man verwendet zu diesem Behufe ebenfalls als Bindemittel Magnesium-Oxychlorid und als Polirkörper feinst geschlämmtes Eisenoxyd, welches mit der Magnesia gemischt wird. Man muß, um das Eisenoxyd in der für Polirzwecke geeigneten Form zu erhalten, muß man von dem in der Natur vorkommenden Eisenoxyd ausgehen, welches als krystallisirter Rotheisenstein oder rother Glaskopf bekannt ist.

Der Rotheisenstein wird zuerst bis zur Weißglut erhitzt, dann in Wasser abgeschreckt, gemahlen und durch wiederholtes Schlämmen in Pulver von der größten über-

haupt erreichbaren Feinheit gebracht. Unter dem Mikroskope erscheinen die Theilchen dieses Pulvers als kantige Körnchen die aber in der Magnesium-Oxychloridmasse eingeschlossen eben in Folge ihrer ungemein geringen Größe die mit ihnen bearbeiteten Metalle so wenig ritzen, daß nur die größeren Erhöhungen abgenommen werden und das Metall dann blank geschliffen erscheint.

Durch Gießen kann man Schleifsteine mit beliebiger Korngröße — vom gröbsten sandsteinartigem Korn angefangen bis zu den feinsten Polirscheiben herstellen; man ist aber auch im Stande, auf diese Weise Mühlsteine von ausgezeichneter Beschaffenheit anzufertigen. Man verwendet für Mühlsteine den groben Sand, aus welchen man durch Behauen und Zusammensetzen in passender Form die gewöhnlichen Mühlsteine anfertigt. Im Vergleiche mit diesen haben die gegossenen Mühlsteine mehrfache Vorzüge: leichtere und daher billigere Art der Herstellung, gleichmäßigeres Korn und in Folge dessen auch größere Sicherheit gegen das Zerreißen. Auch für die Anfertigung von Mühlsteinen bietet Magnesium-Oxychlorid wegen der großen Härte, die es selbst erlangt, das zweckentsprechendste Bindemittel.

---

## XVIII.

# Die Asphalt-Steinmassen.

Mit Bezug auf den Rohstoff Asphalt, welchen man zu Asphalt-Steinmassen verwendet, hat man hauptsächlich zwei Körper zu unterscheiden, das eigentliche Asphalt und die Asphaltsteine, welch' letztere aus Sand oder porösen Steinen bestehen, die von Asphalt durchtränkt sind. Beide Stoffe werden zur Herstellung von Kunststeinmassen verwendet.

## Das Asphalt.

Das Asphalt, Bitumen oder Erdpech ist ein Körper, welcher in seinen physikalischen Eigenschaften gewisse Aehnlichkeit mit weichem Peche besitzt und an vielen Orten der Erde vorkommt. Man findet Asphalt in großen Mengen am Todten Meere, in fast unausschöpflich scheinenden Massen auf dem Pechsee der Insel Trinidad, auf Cuba, in Europa im Elsaß, der Schweiz, in dem französischen Departement Landes, in Dalmatien u. s. w.

Je nach seiner Herkunft besitzt das Asphalt eine hellbraune bis schwarze Farbe, einen zwischen 130—135 Grad liegenden Schmelzpunkt, ein specifisches Gewicht, welches zwischen 1·1 und 2·0 schwankt und ist brennbar. Der Asphalt löst sich fast vollständig in Terpentinöl, Petroleum, Schwefelkohlenstoff u. s. w. Seiner chemischen Zusammensetzung nach besteht es aus folgenden Körpern:

| | In 100 Theilen: | |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . . . . . . . | 77·00 | 88·00 |
| Wasserstoff . . . . . . . . . . | 7·31 | 12·00 |
| Sauerstoff . . . . . . . . . . | 2·83 | 11·54 |
| Schwefel . . . . . . . . . . | 1·40 | 10·00 |
| Stickstoff . . . . . . . . . . | 0·30 | 2·37 |

Beim Erhitzen schmilzt das Asphalt anfangs ruhig, liefert bei höherer Temperatur Dämpfe flüchtiger Flüssigkeit (Petroleum) und zersetzt sich endlich unter Hinterlassung von schwarzer poröser Kohle.

## Die Asphaltsteine.

Diese Steine sind entweder lose Sandmassen, welche von Asphalt durchtränkt und zu einer halbfesten mit dem Spaten schneidbaren Substanz verbunden, oder es sind die Hohlräume grober Sandsteine mit Asphalt erfüllt. Ganz verschieden von diesen Asphaltsteinen sind jene, in welchen Kalkstein oder Dolomit von Asphalt durchsetzt ist.

Die mit Asphalt getränkten Sandmassen, wie man sie z. B. in Hannover findet, werden in der Weise zur Asphaltgewinnung verwendet, daß man sie mit Wasser auskocht und das an die Oberfläche steigende Asphalt abnimmt. Die eigentlichen Asphaltsteine (Kalke und Dolomite) wie sie im Traversthale (Schweiz), Seyssel (Frankreich), Brazza (Dalmatien) vorkommen, enthalten bis zu 20 Procent Asphalt, welches man durch Aussaigern aus dem zerkleinerten Gestein gewinnen kann, aber in der Regel nicht darstellt sondern die Steine nur mahlt und dann in der unten angegebenen Weise weiter verarbeitet.

## Das Asphalt-Gußmauerwerk.

Zur Herstellung dieses für Wasserbauten höchst werthvollen Mauerwerkes verwendet man Asphalt, welchen man eine entsprechende Menge von flüssigem Bergtheer zusetzt, um einen neuen Stoff zu erhalten, welcher genügend zähe ist, um bei Erschütterungen nicht rissig zu werden. Diese Masse wird in großen Kesseln erhitzt, bis sie genügend dünnflüssig geworden ist, dann mit den Füllstoffen Sand- oder Steingerölle innig gemischt und in Formen gebracht, in welchen man sie einem starken Drucke unterwirft und erkalten läßt. Man erhält auf diese Weise sehr feste Blöcke und unterscheidet sich die Darstellung solcher Blöcke, wie man aus der Beschreibung entnehmen kann, von jener des Cement-Gußmauerwerks nur durch das Bindemittel, welches in unserem Falle aus Asphalt besteht.

Man verwendet als Hauptmateriale grob geschlagenen scharfkantigen Steinschotter und außerdem feinen Sand, um die Hohlräume soviel als möglich durch diesen auszufüllen und an Asphalt zu sparen. Die Mischungsverhältnisse, welche man gewöhnlich anwendet, sind die folgenden:

| | | |
|---|---|---|
| Asphalt . . . . | 95 | Gewichtstheile |
| Bergtheer . . . . | 5 | » |
| Schotter . . . . | 150 | » |
| Sand . . . . . | 5 | » |

Damit nicht ein vorzeitiges Erstarren der Asphaltmasse eintrete, wenn sie mit den kalten Steinen in Berührung kommt, wärmt man letztere zweckmäßig auf etwa 100 bis 120 Grad C. an, erhitzt das Gemisch aus Asphalt und Bergtheer bis es zu dampfen beginnt und arbeitet alle Bestandtheile in einer Mischmaschine solange durcheinander, bis die groben Schotterstücke gleichmäßig mit Asphalt und Sand bedeckt sind. Die Masse kommt dann in die Formen und wird in diesen lagenweise festgestampft.

Man stellt auf diese Weise gewöhnlich prismatische Blöcke dar und verwendet diese mit ausgezeichnetem Erfolge zur Errichtung der Grundmauern für Gebäude in sehr nassem Boden. Sehr große Blöcke mit mehreren Cubikmetern Inhalt werden zur Errichtung von Hafenbauten verwendet und eignen sich für diesen Zweck noch weit besser als Blöcke aus Cement-Gußmauerwerk, da das Asphalt der Einwirkung des Meerwassers vollkommen Widerstand leistet.

## Asphaltguß für Fußwege und Straßen.

Die Verwendung des Asphaltes zur Herstellung von Fußwegen findet namentlich in größeren Städten immer mehr Eingang, da das auf diese Weise hergestellte Pflaster eine ebene völlig wasserdichte Fläche bildet, welche durch Abschwemmen mit Wasser sehr leicht gereinigt werden kann. Der Asphaltguß wird gewöhnlich aus Bergtheer und gemahlenem Asphaltstein hergestellt. Die Franzosen nennen den Bergtheer Goudron = Theer und die Mischung desselben mit dem gemahlenen Asphaltstein Mastic = Kitt und werden beide Ausdrücke bisweilen auch von den deutschen Asphaltarbeitern angewendet.

Die Herstellung der Gußmasse oder des Mastic erfolgt in der Weise, daß man in einem Kessel den Bergtheer ziemlich stark erhitzt, unter beständigem Rühren den fein gemahlenen Asphaltstein einträgt und solange durcharbeitet, bis eine gleichförmige Masse entsteht, die man dann in Blockformen gießt und erstarren läßt. Die Blöcke haben gewöhnlich die

Form niederer sechsseitiger Prismen. Das Mengenverhältniß zwischen Bergtheer und Pulver von Asphaltstein hängt von dem Asphaltgehalt des letzteren ab; gewöhnlich reicht man für 100 Gewichtstheile Asphaltstein mit $2^1/_2$—3 Procent Bergtheer aus.

Ein Asphaltguß wird nur dann im Laufe der Zeit nicht rissig, wenn er auf einer ganz festen unbeweglichen Unterlage liegt. Man hat früher als Unterlage Ziegelpflaster verwendet, welches sich aber nur wenig bewährt hat; es senkt sich im Laufe der Zeit und springt das Asphalt dann von der Unterlage ab. Als beste Unterlage ist eine Schichte Cementguß von 10—20 Cm. Dicke anzusehen, welche vor dem Auftragen des Asphaltes ganz geebnet und ausgetrocknet werden muß.

Zur Anfertigung des Asphaltgußes schmilzt man in der Nähe des Ortes, an welchem das Pflaster hergestellt werden soll, die Masticblöcke in eisernen Kesseln, fügt falls die Masse nicht dünnflüssig genug sein sollte, etwas Bergtheer zu und arbeitet nun mittelst flacher Rührscheite das Füllmateriale ein. Letzteres besteht aus scharfkantigem, durch Zerbrechen hergestellten groben Sand, dessen Körner zwischen 2 und 5 Mm. groß sein sollen. Man setzt dem Mastic soviel Sand zu, daß sich eine Masse ergiebt, welche im heißen Zustande einen zähen Brei bildet, welchen man noch aus Kübeln ausgießen kann, und welcher sich dann durch Drücken mit hölzernen Streichkellen ebnen läßt, bevor er fest wird.

Die Höhe der Asphaltschichte wird durch Eisenstäbe bestimmt, welche man auf die Cementunterlage legt; der Arbeiter streicht den vor ihm aus den Kübeln gegossenen heißen Brei mit der Streichkelle in gleicher Höhe mit dem oberen Rande des Eisenstabes eben, und vereinigt die an den Rändern noch heiße Masse durch Streichen mit der nächst aufgegossenen u. s. f. Wenn die Arbeit an einer Stelle unterbrochen wurde, so muß bei Wiederaufnahme derselben der zuletzt aufgetragene Theil der Asphaltmasse durch Aufschütten von heißem Mastic erweicht und mit einem Messer weggenommen werden, ehe man wieder neuerdings Mastic

aufträgt. Nur auf diese Weise ist es möglich, eine zusammenhängende fugenlose Fläche herzustellen. Wenn man den Mastic durch Auflegen heißer Eisen erweicht und das Gießen fortsetzt, so findet an der betreffenden Stelle eine Spannung in der Masse statt und tritt bei Witterungswechsel ein Zerreißen ein.

Der Asphaltguß wird in dem Maße, in welchem er abkühlt, immer zähflüssiger und binnen wenigen Stunden ganz fest. Nach Vollendung des Gußes bestreut man denselben mit feinem Sand und kann den so hergestellten Weg, sobald die Masse kalt geworden ist, dem Verkehre übergeben. Die mittelst Gußasphalt hergestellten Wege sind von außerordentlicher Haltbarkeit, wenn sie nur von Fußgängern benützt werden; als Fahrbahnen, namentlich für schwere Wagen, sind sie aber zu wenig widerstandsfähig und werden daher gegenwärtig Fahrstraßen nicht mehr mit gegossenem Asphaltpflaster hergestellt, sondern für dieselben Pflaster aus gestampftem Asphalt angewendet.

## Das gestampfte (gewalzte) Asphaltpflaster.

Zur Anfertigung dieses selbst für die schwersten Lastwagen geeigneten Pflasters verwendet man fein gemahlenen Asphaltstein, den man in großen eisernen Trommeln, welche in ihrer Einrichtung mit jenen, deren man sich zum Rösten des Kaffees bedient, große Aehnlichkeit haben, erhitzt. Man erhitzt das Pulver auf etwa 140 Grad C., d. i. eine etwas höhere Temperatur, als zum Schmelzen des Asphaltes erforderlich ist. Die Masse bleibt hierbei ganz trocken, ballt sich aber, wenn man sie drückt; es ist dies die richtige Beschaffenheit — würde man sie stärker erhitzen, so könnte schon ein Aussickern des geschmolzenen Asphaltes stattfinden.

Das heiße Pulver wird in große Holzkästen geschüttet und sucht man es in diesen durch Bedecken mit Tüchern gegen Abkühlung während der Fahrt nach dem Orte, an welchem das Pflaster ausgeführt werden soll, zu schützen.

Die zu asphaltirende Fahrbahn muß ebenfalls mittelst Cementgußmauerwerk hergestellt werden und wird die heiße

pulverförmige Asphaltmasse zwischen zwei eisernen Stäben, welche die Höhe der Schichte bestimmen, ausgeschüttet und mit einem über die Oberkante der Eisenstäbe weggeführten Streichbrette glatt gestrichen. Die Höhe, bis zu welcher man das Pulver locker aufschüttet, kann bei Fahrbahnen, welche stark benützt werden sollen, bis zu 70 Mm. betragen, da erfahrungsgemäß die Asphaltschichte ihre Dicke im Laufe der Zeit um die Hälfte verringert.

In dem Maße, in welchem das Asphaltpulver abkühlt, wird das in ihm enthaltene Asphalt immer zähflüssiger und beginnt daher das Pulver, wenn es gestoßen oder gepreßt wird, sich zu einer festen Masse zu vereinigen. Man kann dann mit dem Stampfen beginnen. Letzteres wird mit eisernen Stößeln ausgeführt, welche unten eine kreisrunde etwa 15 Cm. im Durchmesser haltende Fläche besitzen, die nach oben etwas abgerundet ist. Jeder Stößel wiegt beiläufig 25 Kgr. und wird die Oberfläche des Asphaltes von mehreren hintereinander gehenden Reihen von Arbeitern drei bis vier Male überstampft.

Zur Herstellung großer Straßenflächen wendet man das Stampfen nur an jenen Stellen an, welche für Walzen nicht erreichbar sind und ersetzt das Stampfen durch Walzen. Die hierfür verwendeten Apparate sind hohle gußeiserne Cylinder, in welchen ein siebförmig durchlöcherter Halbcylinder hängt, der mit glühenden Kokes gefüllt ist. Es wird hierdurch der gußeiserne Cylinder stark angewärmt und findet beim Ueberrollen des Asphaltes durch die heiße Walze eine Erweichung und Zusammendrückung der Masse statt. Das Zusammendrücken des Asphaltes muß nach und nach geschehen und wird dies in der Weise ausgeführt, daß man mehrere beheizte Walzen von immer größerem Gewichte — 400—900 Kgr. — anwendet.

Die Schlußarbeit bei der Herstellung gestampfter oder gewalzter Asphaltstraßen besteht darin, daß man unebene Stellen durch Stampfen mit erhitzten Stößeln niederpreßt und dort, wo keine Stößel anwendbar sind, z. B. an jenen Orten, an welchen sich die Geleise von Straßenbahnen unter

spitzen Winkeln schneiden, das Ausgleichen von Erhöhungen mit einem schweren, gebogenen und stark erhitzten Bügeleisen vornimmt.

## Das künstliche Asphalt.

Der Steinkohlentheer, welcher fortwährend als Nebenproduct der Leuchtgas-Fabrikation in riesigen Mengen gewonnen wird, kommt zur Destillation; nachdem alle flüchtigen Producte abdestillirt sind, hinterbleibt in den Destillirgefäßen eine tiefschwarze Masse, welche man als Steinkohlen-Theerpech bezeichnet und welche in ihren Eigenschaften sehr große Aehnlichkeit mit dem natürlich vorkommenden Asphalt besitzt. Man nennt sie daher auch künstliches Asphalt und stellt aus demselben eine Masse dar, welche ebenfalls zur Anfertigung von Pflasterungen dient. In Bezug auf Dauerhaftigkeit ist zwar das Kunstasphalt dem natürlichen Asphalt weit nachstehend, es bröckelt leichter, aber es ist bedeutend billiger als dieses, da nahezu 75 Procent des Steinkohlentheeres aus Pech bestehen und dieses außer für Pflasterzwecke nur noch als Heizmateriale verwendet werden könnte.

Um mit dem künstlichen Asphalt eine Pflastermasse zu erhalten, mischt man es mit grob gemahlener Kreide oder Kalksteinpulver und giebt hierbei dem bituminösen Kalkstein den Vorzug. Das Mineralpulver muß stark erhitzt werden, und zwar auf 130—150 Grad C., damit es vollkommen trocken werde und beim Eintragen in das geschmolzene Asphalt dasselbe nicht zum Erstarren bringe. Man wendet auf 20—25 Gewichtstheile Theerasphalt 80 Gewichtstheile Steinpulver an, und arbeitet in einer Mischmaschine, welche heizbar sein muß, die Masse solange durch, bis sie ganz gleichförmig geworden ist. Die fertiggestellte Masse kann sofort zur Anfertigung des Pflasters benützt werden oder es können aus ihr Blöcke gegossen werden, die man nur zu schmelzen braucht, um sie zu gleichem Zwecke verwenden zu können.

---

# Sach-Register.

## A.



## B.



## C.



## D.



## F.

## P.



## R.



## S.



## T.

## V.



## W.



## X.



## Z.



